

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi

4.1.1 Letak dan Luas

DAS Air Bengkulu mencakup daerah seluas 51.500 ha dan berlokasi di dua kabupaten di Bengkulu (Bengkulu Tengah dan Kota Bengkulu). Gambaran rinci DAS Air Bengkulu disajikan di Tabel 4.1

Table 4.1. Gambaran Rinci DAS Air Bengkulu

Kabupaten	Kecamatan	Total Luas (ha)	Luas yang masuk DAS (ha)	Persentase luas yang masuk DAS
Bengkulu Tengah	Taba Penanjung	25413	25413	100%
	Karang Tinggi	13804	13252	96%
	Pondok Kelapa	16476	2801	17%
	Talang Empat	9402	4795	51%
	Total Kecamatan	112394	46261	41%
Kota Bengkulu	Gading Cempaka	2395	2395	100%
	Muara Bangka Hulu	2387	1623	68%
	Teluk Segara	1673	1221	73%
	Total Kecamatan	15170	5239	34%

Sumber : BPDAS Ketahun, 2013

Berdasarkan data BPDAS Ketahun (2013), DAS Air Bengkulu terbagi dalam 3 Sub-DAS, yaitu

1. Sub-DAS Rindu Hati mencakup area seluas 19.207 ha
2. Sub-DAS Susup mencakup area seluas 9.890 ha
3. Sub-DAS Bengkulu Hilir mencakup area seluas 22.402 ha

4.2 Estimasi Debit dengan Metode Rasional

4.2.1. Penggunaan Lahan

Faktor penutupan lahan vegetasi cukup signifikan dalam pengurangan atau peningkatan aliran permukaan. Hutan yang lebat mempunyai tingkat penutup lahan yang tinggi, sehingga apabila hujan turun ke wilayah hujan tersebut, faktor penutupan lahan ini memperlambat kecepatan aliran permukaan, bahkan bisa terjadi kecepatan mendekati nol.

Penggunaan lahan yang mendominasi Sub-DAS Rindu Hati adalah areal pertanian lahan kering yang memiliki luas sebesar 16.935,07 ha atau sekitar 88.18% dari luas total sebesar 19.207 ha. Persentase terkecil adalah tubuh air dengan luas 32.82 ha atau 0.17 %. Berdasarkan data luas penggunaan lahan kemudian kita tentukan nilai dari koefisien limpasannya (c) dengan menggunakan Tabel koefisien limpasan. Penggunaan lahan pada sub-DAS Rindu Hati dan nilai koefisiennya disajikan pada Tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2 Tutupan Lahan sub-DAS Rindu Hati

Jenis Tutupan Lahan	Luas (ha)	Persen (%)	Koefisien
Tubuh Air	32.82	0.171	1
Hutan Primer	475.55	2.476	0.30
Hutan Sekunder	1176.8	6.127	0.30
Pertanian Lahan Kering	16935.07	88.167	0.35
Pemukiman	587.76	3.060	0.40
Total	19208	100	

Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014

Penggunaan lahan yang mendominasi Sub-DAS Susup adalah Pertanian Lahan Kering yang memiliki luas sebesar 8.384,48 ha atau 84.78 % dari luas total sebesar 9.890 ha. Sedangkan persentase terkecil adalah tanah terbuka dengan luas 16.9 ha atau 0.171 %. Penggunaan lahan pada Sub-DAS Susup dan nilai koefisiennya disajikan pada Tabel 4.3 berikut :

Tabel 4.3 Tutupan Lahan sub-DAS Susup

Jenis Tutupan Lahan	Luas (ha)	Persen (%)	Koefisien
Semak Belukar	645.99	6.532	0.37
Tanah Terbuka	16.9	0.171	0.30
Hutan Sekunder	842.63	8.520	0.36
Pertanian Lahan Kering	8384.48	84.770	0.41
Total	9890	100	

Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014

Penggunaan lahan yang mendominasi Sub-DAS Bengkulu Hilir adalah Lahan Kering yang memiliki luas sebesar 19.041ha atau 87.48% dari luas total sebesar 22.402 ha. Sedangkan persentase terkecil adalah hutan dengan luas 260 ha atau 1.19 %. Penggunaan lahan pada Sub-DAS Bengkulu Hilir dan nilai koefisiennya disajikan pada Tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.4 Tutupan Lahan sub-DAS Bengkulu Hilir

Jenis Tutupan Lahan	Luas (ha)	Persen (%)	Koefisien
Lahan Kering	19041.7	87.48	0.38
Pemukiman	896.08	4.12	0.43
Semak Belukar	448.04	2.06	0.37
Sawah, Hutan Rawa	1120.1	5.15	0.41
Hutan	260	1.19	0.36
Total	22402	100	

Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014

4.2.2 Curah Hujan

Berdasarkan klasifikasi iklim menurut Schmidt-Ferguson, iklim di DAS Air Bengkulu tergolong iklim tipe A (BPDAS Ketahun, 2010). Hal ini mengindikasikan bahwa daerah ini memiliki curah hujan yang tinggi (3.500 – 4.500 mm/tahun) dan termasuk dalam iklim relatif hangat. Curah hujan bulanan pada musim hujan dan kemarau tidak terlalu berbeda jumlahnya.

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah bulanan maksimum tiap tahun dari stasiun penakar hujan. Curah hujan bulanan maksimum selama 10 tahun periode 2004-2013 dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Curah Hujan (mm/jam)
2004	143
2005	151
2006	75
2007	136
2008	154
2009	162
2010	142
2011	118
2012	185
2013	182
Xrata	145

Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014

Tabel 4.6 Ytr, Yn dan Sn

Tabel Ytr

Tr	2	5	10	15
Ytr	0.3665	1.4999	2.2502	2.9606

Tabel

Yn

n	0	1	2	3	4	5
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5300

Tabel Sn

n	0	1	2	3	4	5
10	0.9497	0.9676	0.9833	0.9972	1.0095	1.0206
20	1.0628	1.3696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915

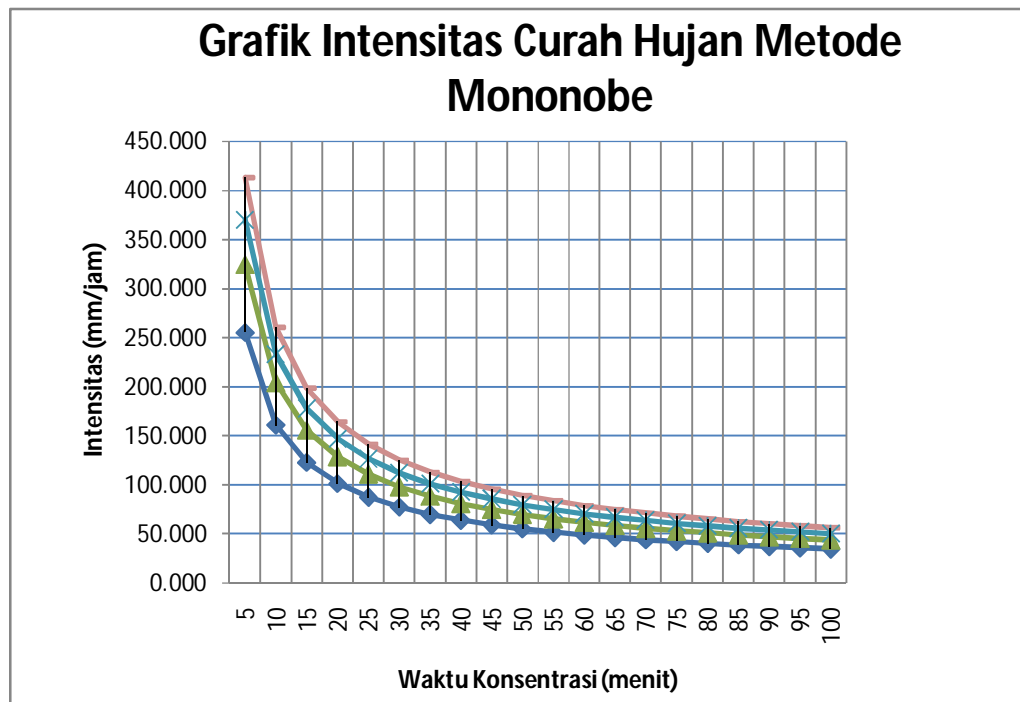
Dari pengolahan data curah hujan, selanjutnya nilai tersebut diturunkan dengan mononobe seperti pada Tabel 4.7 berikut ini :

Tabel 4.7 Pengolahan Data Curah Hujan dengan Mononobe

t (menit)	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)			
	I₂	I₅	I₁₀	I₁₅
5	255.177	324.253	369.982	413.278
10	160.751	204.267	233.074	260.349
15	122.676	155.885	177.869	198.683
20	101.267	128.680	146.827	164.009
25	87.269	110.893	126.532	141.339
30	77.281	98.201	112.050	125.163
35	69.734	88.611	101.107	112.939
40	63.794	81.063	92.495	103.319
45	58.977	74.942	85.510	95.517
50	54.976	69.858	79.710	89.038
55	51.592	65.558	74.803	83.557
60	48.684	61.863	70.587	78.848
65	46.154	58.648	66.919	74.750
70	43.929	55.821	63.693	71.147
75	41.955	53.312	60.830	67.949
80	40.188	51.067	58.268	65.087
85	38.596	49.044	55.960	62.509
90	37.153	47.210	53.868	60.172
95	35.838	45.539	51.961	58.042
100	34.633	44.008	50.214	56.090

Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014

Dari penurunan dengan mononobe di atas, selanjutnya digambar kurva IDV seperti pada Gambar 4.1 dibawah ini :



Gambar 4.1 Grafik Intensitas Curah Hujan Metode Mononobe

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)

4.2.3 Perhitungan Debit Banjir dengan Metode Rasional

Setelah mendapatkan nilai koefisien limpasan berdasarkan tata guna lahan pada DAS Bengkulu dan intensitas curah hujan selanjutnya yaitu menghitung debit (Q) menggunakan rumus $Q = C.I.A$. Hasil perhitungannya bisa dilihat pada Tabel 4.8 berikut ini :

Tabel 4.8 Perhitungan Debit Akibat Hujan

No	Sub-DAS	C	I	A	Q	m3/jam	m3/detik
1	Rindu Hati	0.34	1.06	192.07	69.22	692220.28	192.28
2	Susup	0.36	1.06	98.90	37.74	377417.66	104.84
3	Bengkulu Hilir	0.39	1.06	224.02	92.61	926098.68	257.25
	Total	0.37	1.06	514.99	201.56	2015669.46	559.90

Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014

Berdasarkan Tabel 4.8 total debit yang terjadi pada outlet yaitu sebesar 559.90 m³/detik. Dengan koefisien limpasan sebesar 0,37 dan intensitas hujan sebesar 1.06 m/jam.

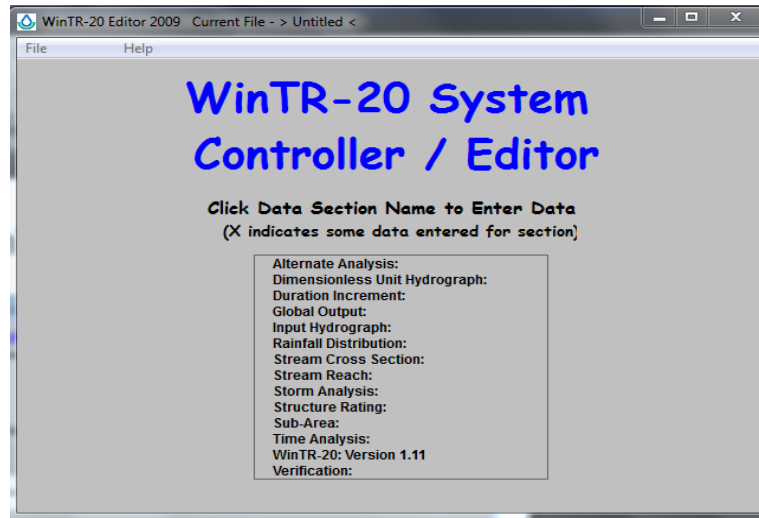
4.3 Estimasi Debit dengan Win-TR

Untuk menggunakan model WinTR-20, input yang diperlukan adalah data-data subDAS dimana sub-DAS merupakan pembagian dari area DAS yang ada.

Data-data sub-DAS yang diperlukan sebagai input WinTR-20 adalah luas wilayah subdas, koefisien lahan dari sub-DAS dan nilai Tc dari setiap sub-DAS.

4.3.1 Kondisi Eksisting

Untuk mengolah data-data seperti curah hujan, luas area, panjang sungai, *curve number*, dsb dibutuhkan menu-menu dalam Win-TR seperti pada Gambar 4.2 berikut ini:



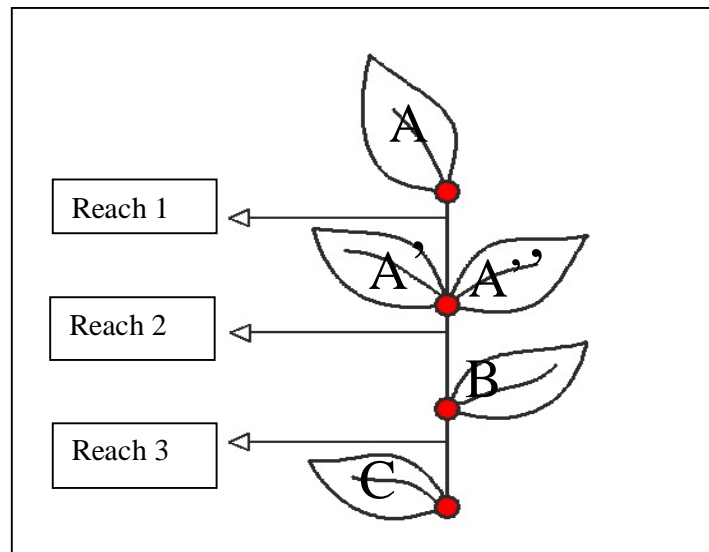
Gambar 4.2 Tampilan awal Menu Win-TR

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)

- Sub-Area*, merupakan menu permulaan dengan input nama sub-DAS, *reach identifier*, serta data berupa luas tiap sub-area, *curve number* dan *time of concentration*.
- Stream reach*, merupakan menu yang menyajikan parameter tiap *reach*, berupa nama *reach* tersebut, *receiving reach*, dan panjang *reach* tersebut.
- Storm analysis*, adalah menu untuk meng-*input* data curah hujan 5 tahunan, 10 tahunan, 25 tahunan, dst. Serta tipe curah hujan yang digunakan.
- Global output*, merupakan menu untuk menentukan interval waktu yang ditunjukkan pada hasil akhir berupa hidrograf.
- Stream Cross Section*, merupakan menu untuk meng-*input* data dimensi dari penampang saluran pada DAS tersebut yang dihitung menggunakan Ms. Excel.

Hasil akhir dari WinTR adalah hidrograf. Hidrograf merupakan grafik yang menggambarkan hubungan antara debit dengan waktu.. Hidrograf akan muncul apabila data yang di-input pada WinTR sudah benar, dalam arti kata mengindikasikan bahwa pada daerah yang ditinjau tidak terjadi banjir akibat berbagai faktor seperti lebar saluran, tata-guna lahan, dll.

Dalam menggunakan model WinTR-20 diperlukan data-data dari sub-DAS yang telah dibagi dari DAS. Untuk dapat membagi Sub-DAS dalam DAS, digunakan kaidah-kaidah seperti dalam pembentukan delineasi DAS, yakni yang pertama adalah menentukan *point of origin* untuk tiap Sub-DAS, kemudian mendelineasikan area-area dalam DAS tersebut untuk membagi tiap sub-das, kemudian menentukan *reach* dan outlet dari sub-DAS tersebut. Gambar 4.3 Skema daun dari pembagian Sub-DAS adalah sebagai berikut:



Gambar 4.3 Skema Daun DAS Bengkulu

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)

4.3.2 Sub-Area

Setelah pembagian sub-DAS dalam DAS ditentukan, dan skema daun sudah digambarkan, maka program WinTR dapat dijalankan dengan masuk ke menu sub-area. Pada menu sub-area dibutuhkan data berupa *Run-Off Curve Number* dan *Time of Concentration* dari masing-masing Sub-DAS untuk mengalir ke *reach 1/2/3/outlet*.

Untuk mendapatkan nilai tersebut, dibutuhkan data luas area tiap sub-DAS. Berikut ini merupakan data luas area, serta nilai *Runoff Curve Number*, dan *Time of Concentration* :

Tabel 4.9 Parameter Sub-DAS

Sub-DAS Parameter	Sub-DAS A	Sub-DAS A'	Sub-DAS A''	Sub-DAS B	Sub-DAS C
<i>Drainage Area (km²)</i>	64.03	64.03	64.03	98.90	224.03
<i>Runoff Curve Number</i>	56.00	53.00	54.00	55.00	50.00
<i>Time of Concentration (hr)</i>	0.51	0.51	0.51	0.43	0.60
<i>Receiving Reach Number</i>	1	2	2	3	OUTLET

Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014

Luas area drainase dihitung menggunakan Ms. Excel. Sedangkan nilai *Run-Off Curve Number* pada tabel di atas didapatkan dari nilai CN untuk lahan pertanian/perkebunan/hutan dikalikan dengan bobot tiap daerah pertanian/perkebunan/hutan di tiap Sub-DAS.

Setelah perhitungan di atas tersebut diperoleh hasilnya, kemudian dapat di-input data ke dalam menu sub-area, seperti contoh untuk sub-area 1 sebagai berikut:

Gambar 4.4 Input Sub-Area

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)

4.3.3 Stream Reach

Selanjutnya, dari parameter Sub-DAS yang telah disajikan, dapat di-input data untuk tiap sub-area guna mendapatkan *reach parameter*. *Reach* parameter ini berfungsi untuk mengidentifikasi aliran air yang berasal dari hulu ke hilir (*point of origin*). Input data yang dibutuhkan adalah *Receiving Reach*, *type reach*, panjang *reach*, tinggi elevasi saluran, *reach slope*, dan *Time of Concentrate* (untuk *reach* di tiap Sub-DAS. Berikut ini merupakan contoh input data untuk menu *stream reach* dari *reach 1* ke *reach 2*:

Gambar 4.5 Menu *Stream Reach*

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)

Setelah dilakukan input data ke menu *stream reach* tersebut, maka diperoleh *reach parameter* untuk saluran utama yang mengalir pada DAS sebagai berikut:

Tabel. 4.10 *Reach Parameter*

REACH PARAMETER	Reach 1	Reach 2	Reach 3
<i>Receiving Reach</i>	Reach 2	Reach 3	Outlet
<i>Reach Type'</i>	Channel	Channel	Channel
<i>Reach Length (km)</i>	19430	15760	24520

Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014

4.3.4 Storm Analysis

Selanjutnya perlu diketahui besar intensitas hujan pada periode ulang 10 tahunan. Setelah mengetahui curah hujan maksimum dalam satu tahun, dengan menggunakan metode gumbel dan mononobe, maka dapat diketahui besar intensitas hujan pada periode 10 tahunan sebesar 106,61 mm/jam.

Tabel 4.11. Intensitas Hujan 10 Tahunan

Tr	2	5	10	15
XTr	140.43	178.44	203.61	227.44
Intensitas (mm/jam)	73.53	93.44	106.61	119.09

Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014

Setelah itu, meng-input data intensitas hujan, beserta periode ulang 10 tahunan ke dalam *storm analysis* sebagai berikut:

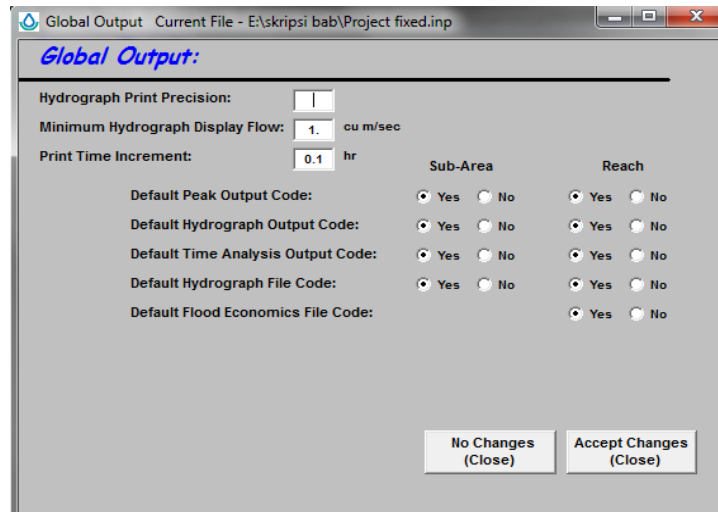
Gambar 4.6 Input Storm Analysis

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)

Tipe hujan yang digunakan adalah tipe II, dimana tipe tersebut merupakan tipe hujan yang umumnya terjadi di wilayah Indonesia.

4.3.5 Global Output

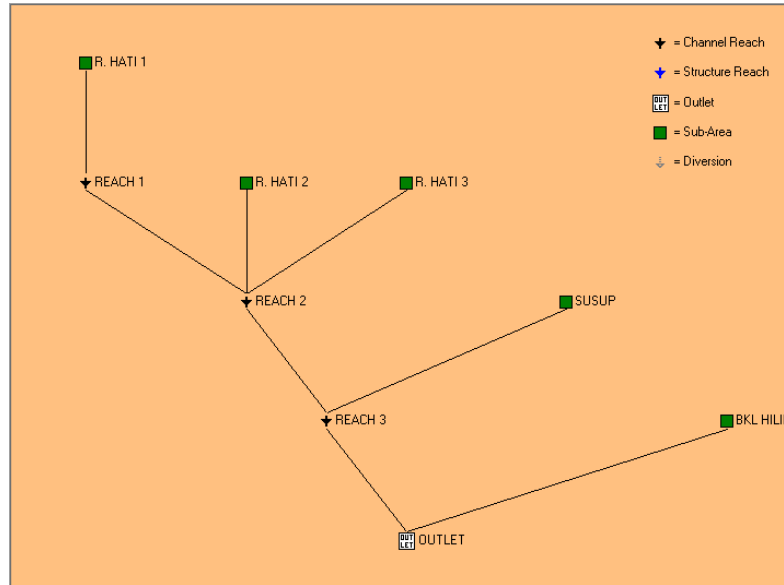
Berdasarkan skema daun yang ada, untuk dapat menampilkan *schematic design*, pada menu ini diatur interval waktu pada hidrograf sebesar 0,1 jam agar data lebih akurat. Tampilan menu tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 4.7 Global Output

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)

Setelah data-data diatas di-input, ke dalam tiap menu dan menyimpan dokumen tersebut, maka untuk menampilkan skema aliran air kita dapat meng-klik *view > schematic design*. Maka akan menghasilkan skema sebagai berikut:



Gambar 4.8 *Schematic Design*

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)

4.3.6 *Stream Cross Section*

Setelah memperoleh parameter tiap Sub-DAS diatas, maka dapat dilakukan perhitungan dimensi saluran yang akan dibuat. Berdasarkan *reach* parameter yang telah disajikan diatas, diketahui bahwa jumlah debit yang mengalir di tiap *reach* tentunya akan berbeda-beda, makin menuju ke outlet, jumlah debit akan semakin besar karena terdapat titik pertemuan antara berbagai x-section di beberapa tempat, sehingga menyebabkan jumlah debit aliran akan terakumulasi. Oleh karena itu dibutuhkan dimensi ukuran penampang saluran yang berbeda-beda untuk setiap *reach*.

Debit pada *reach* 1, 2, dan 3 merupakan debit akumulasi dari jumlah debit yang mengalir pada sub-DAS dan *reach* sebelumnya. Untuk dapat merancang dimensi saluran, input data yang dibutuhkan adalah *bankfull elevation*, *elevation*, *discharge*, *end area*, *top width*, dan *E.G slope* secara acak untuk mewakili data yang ada. Jumlah saluran utama yang akan dibuat ada 3 buah yang terletak di *reach* 1, *reach* 2 dan *reach* 3. Debit untuk tiap saluran tersebut adalah:

Tabel 4.12 Debit untuk Tiap Saluran

X- Section	Q	M	Y	B	miring	P
1.	273.16	0.58	4.0	3	0.071	12.25
2.	344.43	0.58	4.4	4	0.034	15.17
3.	1508.87	3	5.5	20	0.016	54.78

Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014

Tabel tersebut menunjukkan dimensi untuk tiap *reach* dan saluran di tiap sub-DAS, dimana :

Q = Debit yang mengalir di saluran tersebut

M = Perbandingan kemiringan lebar dan tinggi saluran

Y = Tinggi saluran secara vertikal dari dasar saluran

B = Lebar penampang saluran bagian dasar

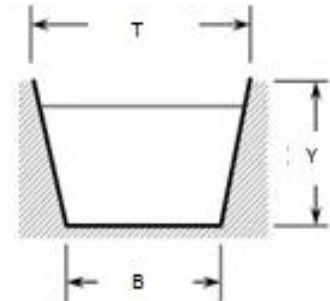
Miring = panjang kemiringan saluran

P = keliling basah saluran

Setelah mendapatkan besar dimensi untuk tiap saluran, maka data tersebut di-input ke tabel *drainage cross section for stream area*. Berikut adalah contoh untuk input data *reach* 3, karena *reach* tersebut merupakan *reach* yang mengalir langsung ke outlet:

Tabel 4.13 *Drainage Cross Section For Stream Area*

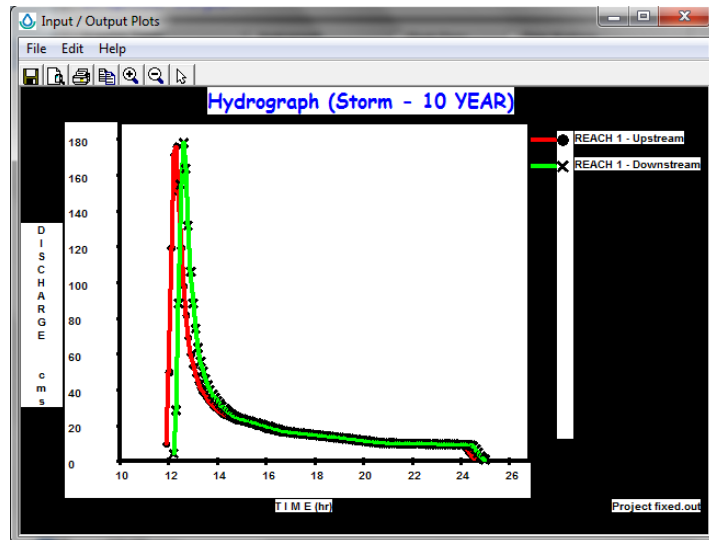
DRAINAGE CROSS SECTION FOR STREAM AREA						
REACH 4						
Xsection C						
s		0.016				
n		0.04				
b		20	m			
m		3	m/m			
y	Elev	$Q=(A \cdot R^2/3 \cdot S^{1/2})/n$	A	T	P	R
0.0000	50.000	0.000	0.000	20.000	20.000	0.000
0.5000	50.500	20.378	10.750	23.000	23.162	0.464
1.0000	51.000	66.472	23.000	26.000	26.325	0.874
1.5000	51.500	134.589	36.750	29.000	29.487	1.246
2.0000	52.000	224.263	52.000	32.000	32.649	1.593
2.5000	52.500	335.820	68.750	35.000	35.811	1.920
3.0000	53.000	469.913	87.000	38.000	38.974	2.232
3.5000	53.500	627.352	106.750	41.000	42.136	2.533
4.0000	54.000	809.026	128.000	44.000	45.298	2.826
4.5000	54.500	1015.867	150.750	47.000	48.460	3.111
5.0000	55.000	1248.828	175.000	50.000	51.623	3.390
5.5000	55.500	1508.868	200.750	53.000	54.785	3.664
6.0000	56.000	1796.949	228.000	56.000	57.947	3.935
6.5000	56.500	2114.030	256.750	59.000	61.110	4.201
7.0000	57.000	2461.061	287.000	62.000	64.272	4.465
7.2000	57.200	2608.472	299.520	63.200	65.537	4.570
7.5000	57.500	2838.989	318.750	65.000	67.434	4.727
8.0000	58.000	3248.747	352.000	68.000	70.596	4.986
8.5000	58.500	3691.263	386.750	71.000	73.759	5.243
9.0000	59.000	4167.453	423.000	74.000	76.921	5.499
9.5000	59.500	4678.224	460.750	77.000	80.083	5.753



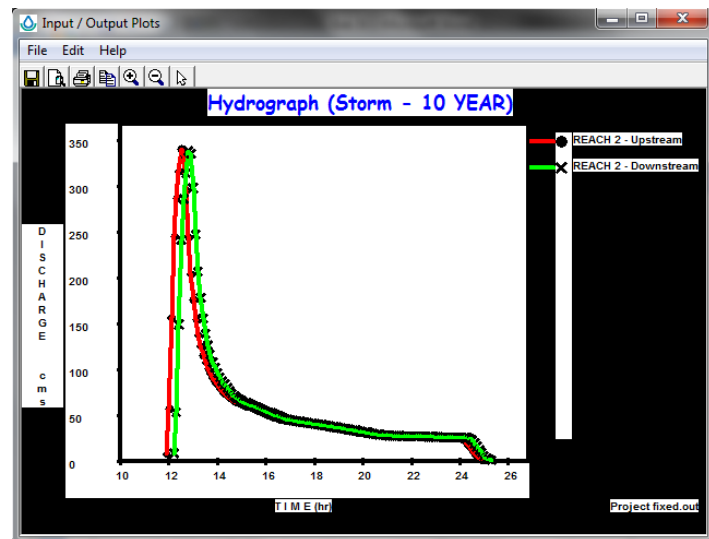
Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014

Kolom yang diberi garis kuning merupakan dimensi x-section pada debit maksimum, namun angka tersebut harus dikalikan dengan *safety factor* untuk mendapatkan kedalaman sungai yang aman, untuk itu kolom yang diberi garis merah merupakan dimensi x-section setelah ditambah 30% tinggi daripada debit maksimum.

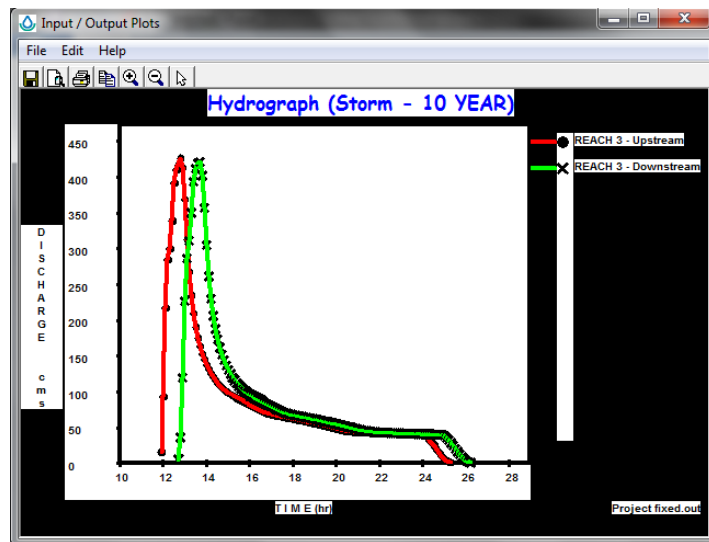
Dari data yang telah diperoleh, selanjutnya akan dihasilkan hidrograf untuk setiap area dan hidrograf untuk setiap *reach* (*upstream* dan *downstream*). Hidrograf *upstream* merupakan hidrograf hulu dan hidrograf *downstream* merupakan hidrograf pada hilir. Berikut merupakan hasil hidrograf untuk *reach* 1, *reach* 2 dan *reach* 3 :



Gambar 4.9 Hidrograf *Reach 1*
(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)



Gambar 4.10 Hidrograf *Reach 2*
(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)

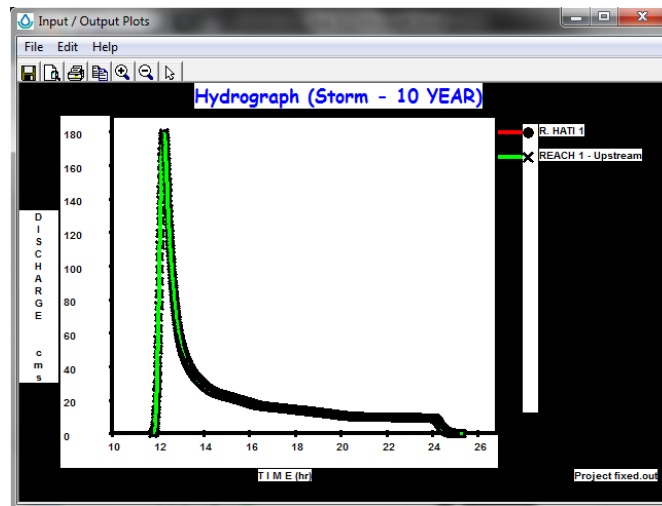


Gambar 4.11 Hidrograf *Reach 3*

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)

Terlihat di atas bahwa terdapat perbedaan antara hidrograf *upstream* dan *downstream*. Hal tersebut disebabkan akibat adanya perubahan yakni turunnya puncak hidrograf serta bertambahnya waktu (T_c) untuk mencapai puncak hidrograf tersebut. Selanjutnya hidrograf gabungan tersebut membandingkan aliran masuk di titik outlet berupa hidrograf *reach 3* dan menjadi Output berupa hidrograph.

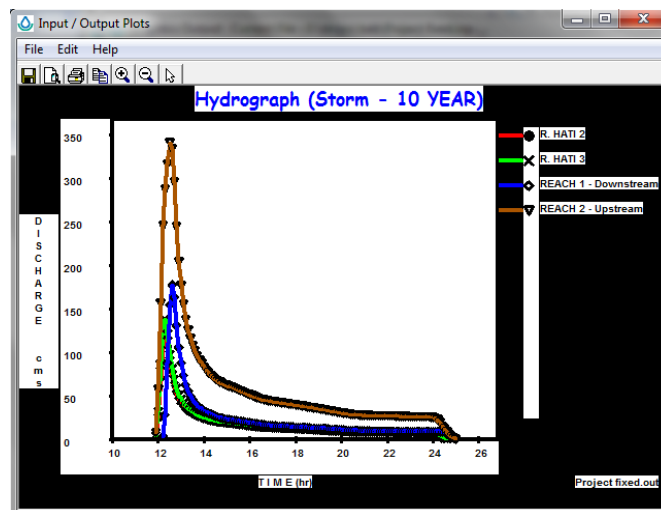
Selanjutnya perbandingan antara hidrograf pada tiap subdas dan *reach*, dimulai dengan titik 1 yang terletak pada pangkal *reach 1*, dan hanya menerima *input* dari subdas Rindu Hati 1, sehingga wajar jika hidrograf subdas Rindu Hati sama dengan hidrograf *reach 1 Upstream*. Hasil dari *output* pada titik 1 bisa dilihat pada Gambar 4.12 berikut :



Gambar 4.12 Hidrograf Titik 1

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)

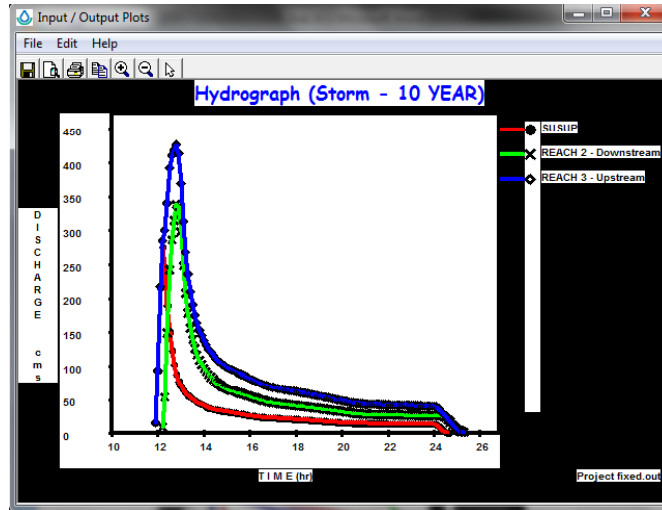
Titik 2 merupakan pertemuan antara *reach 1 downstream*, *reach 2 upstream*, subdas Rindu Hati 2, dan subdas Rindu Hati 3. Dimana titik 2 ini menerima debit dari subdas Rindu Hati 2, subdas Rindu Hati 3, dan *reach 1 downstream*, dan mengalirkannya ke *reach 2 upstream*, dan hal ini sesuai dengan hidrograf titik 2 dimana *reach 2 upstream* merupakan penjumlahan dari *reach 1 downstream*, subdas Rindu Hati 2, dan subdas Rindu Hati 3. Berikut hasil output titik 2 :



Gambar 4.13 Hidrograf Titik 2

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)

Titik 3 merupakan pertemuan antara *reach 2 downstream*, *reach 3 upstream*, dan subdas Susup. Dimana titik 2 ini menerima debit dari subdas Susup, dan *reach 2 downstream*, dan mengalirkannya ke *reach 3 upstream*, dan hal ini sesuai dengan hidrograf di titik 3 dimana *reach 3 upstream* merupakan penjumlahan dari *reach 2 downstream*, dan subdas Susup.

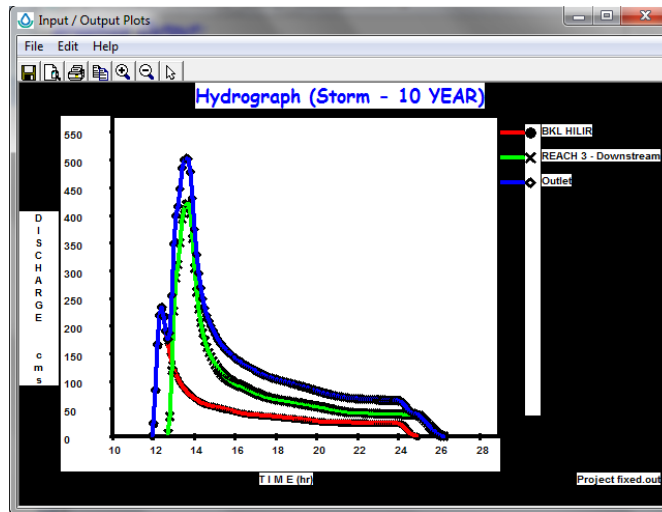


Gambar 4.14 Hidrograf Titik 3

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)

Outlet merupakan pertemuan antara *reach 3 downstream*, dan subdas Bengkulu Hilir. Dimana outlet ini menerima debit dari *reach 3 downstream*, dan debit subdas Bengkulu Hilir.

Terlihat bahwa puncak hidrograf tertinggi dicapai oleh hidrograf outlet, hal ini menunjukkan bahwa debit air tertinggi adalah debit air pada saat di outlet, hal ini disebabkan karena air yang mengalir di titik tersebut merupakan aliran air kumulatif dari sub-DAS Rindu Hati hingga sub-DAS Bengkulu Hilir.



Gambar 4.15 Hidrograf Outlet

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)

Berdasarkan Gambar 4.15 di atas dapat kita ketahui bahwa debit yang dihasilkan dari program WinTR untuk DAS Air Bengkulu pada Outlet yaitu sebesar 503 m³/detik.

4.4 Pengukuran Debit Aktual

4.4.1 Sungai Eksisting

Berdasarkan hasil pengukuran dilapangan, maka didapatkan hasil dari kondisi eksisting saluran pada sungai Bengkulu. Berikut Tabel 4.14 dimensi sungai eksisting:

Tabel 4.14 Dimensi Sungai Eksisting

Nama Tempat	Sub DAS	b (m)	h (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	V (m/s)
J. Surabaya	Bkl-Hilir	44.00	4.20	184.80	52.4	3.53	0.50
J. Rawa Makmur	Bkl-Hilir	50.32	5.03	253.11	60.38	4.19	0.50

Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014

Dari Tabel 4.14 di atas diketahui luas dimensi sungai eksisting dilokasi jembatan Surabaya yaitu seluas 184.80 m² dan luas dimensi sungai eksisting dilokasi jembatan Rawa Makmur yaitu seluas 253.11 m².

Selanjutnya menghitung debit (Q) yang mampu ditahan oleh saluran atau sungai, perhitungan debit tersebut bisa dilihat pada Tabel 4.15 dibawah ini :

Tabel 4.15 Debit (Q) Sungai Eksisting

Nama Tempat	b (m)	h (m)	A (m ²)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	Q rata-rata
J. Surabaya	44.00	4.20	184.80	0.50	92.40	109.48
J. Rawa Makmur	50.32	5.03	253.11	0.50	126.55	

Sum ber : Hasil Olahan Sendiri, 2014

Berdasarkan pada Tabel 4.15 di atas didapatkan hasil perhitungan debit (Q) untuk lokasi jembatan Surabaya yaitu sebesar 92.4 m³/detik dan debit (Q) untuk lokasi Jembatan Rawa Makmur yaitu sebesar 126.55 m³/detik, sehingga dirata-ratakan menjadi 109.48 m³/detik, dengan kecepatan aliran 0.5 m/detik.

Kemudian membandingkan antara debit sungai, debit akibat hujan, dan debit model. Kondisi tidak banjir apabila debit metode rasional ($Q = C.I.A$) \leq debit saluran existing ($Q = A.V$). Hasil perhitungan dilihat pada Tabel 4.16 dibawah ini :

Tabel 4.16 Perbandingan Q Model VS Q Metode Rasional VS Q Sungai

No	Q model	Q = C . I . A	Q = A . V	Keterangan
1	503.00	559.91	109.48	BANJIR

Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014

Berdasarkan Tabel 4.16 dapat kita lihat bahwa kondisi saluran existing sudah tidak dapat lagi menampung debit metode rasional dengan periode ulang 10 tahunan. Perbandingan yang didapat yaitu $Q_{\text{hujan}} \geq Q_{\text{saluran}}$.

Kondisi demikian tidak dapat dibiarkan terus-menerus, karena akan menimbulkan dampak banjir. Oleh sebab itu perlu dibuatkan suatu rencana saluran yang mampu menahan besarnya debit metode rasional dengan periode ulang 10 tahunan (Q_{10}), sehingga banjir yang terjadi dapat dikendalikan dan meminimalisir kerugian yang ditimbulkan dari banjir tersebut.

4.4.2 Sungai Rencana

Pada Tabel 4.17 berikut akan ditampilkan perhitungan rencana dimensi sungai yang mampu mengendalikan debit dengan periode ulang 10 tahun (Q_{10}), untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.17 di bawah ini :

Tabel 4.17 Rencana Dimensi Sungai

No	b (m)	h (m)	A (m ²)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	Q rata2 (m ³ /s)
1	50.00	4.50	225	0.5	112.500	127.750
	55.00	5.20	286	0.5	143.000	
2	55.00	5.00	275	0.5	137.500	158.750
	60.00	6.00	360	0.5	180.000	
3	60.00	6.00	360	0.5	180.000	203.750
	65.00	7.00	455	0.5	227.500	
4	65.00	7.00	455	0.5	227.500	253.750
	70.00	8.00	560	0.5	280.000	
5	70.00	8.00	560	0.5	280.000	308.750
	75.00	9.00	675	0.5	337.500	
6	75.00	8.00	600	0.5	300.000	350.000
	80.00	10.00	800	0.5	400.000	
7	80.00	13.00	1040	0.5	520.000	578.750
	85.00	15.00	1275	0.5	637.500	

Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014

Selanjutnya kita bandingkan lagi antara Q sungai rencana dengan Q model dan Q metode rasional. Kondisi tidak banjir apabila debit metode rasional \leq debit model \leq debit saluran sungai. Hasil perhitungan dapat kita lihat pada Tabel 4.18 dibawah ini :

Tabel 4.18 Perbandingan Q Model VS Q Metode Rasional VS Q Sungai Rencana

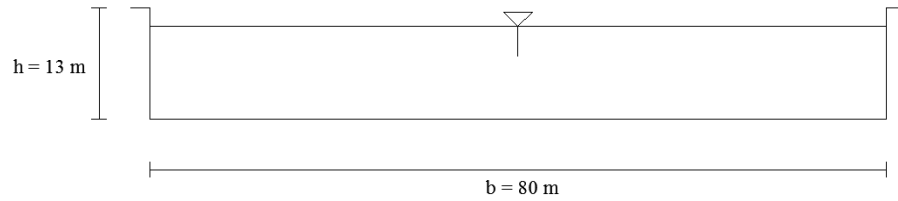
No	Q model	Q = C . I . A	Q = A . V	Keterangan
1	503.00	559.91	109.48	Banjir
2	503.00	559.91	578.75	Tidak Banjir

Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014

Berdasarkan Tabel 4.18 diatas dapat dilihat bahwa saluran sudah efektif dalam menampung debit model.

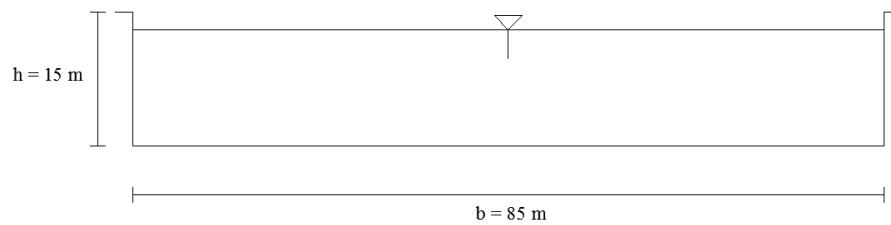
4.4.3 Gambar Dimensi Saluran

Berikut ini gambar desain saluran rencana untuk bisa menampung debit model:



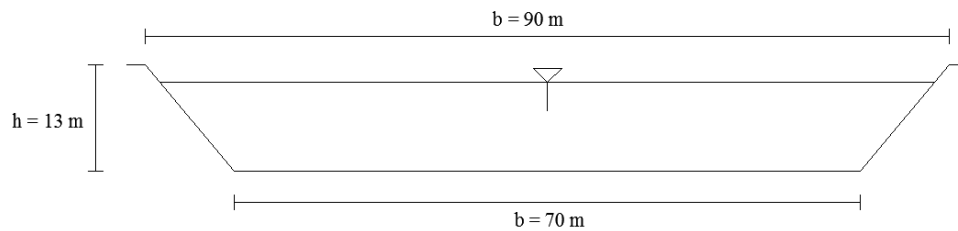
Gambar 4.16 Desain Saluran Rencana 1

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)



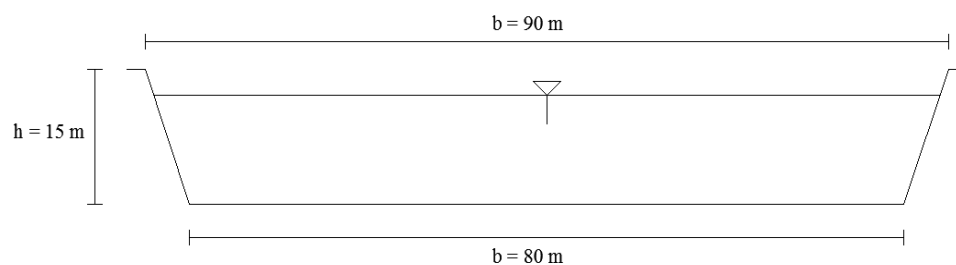
Gambar 4.17 Desain Saluran Rencana 2

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)



Gambar 4.18 Desain Saluran Rencana 3

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)

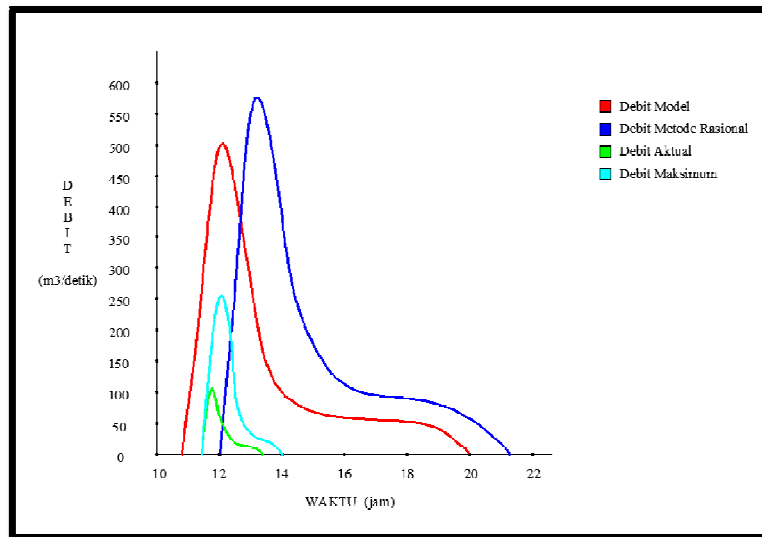


Gambar 4.19 Desain Saluran Rencana 4

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)

4.4.4 Evaluasi Debit Sebelum dan Sesudah *Treatment*

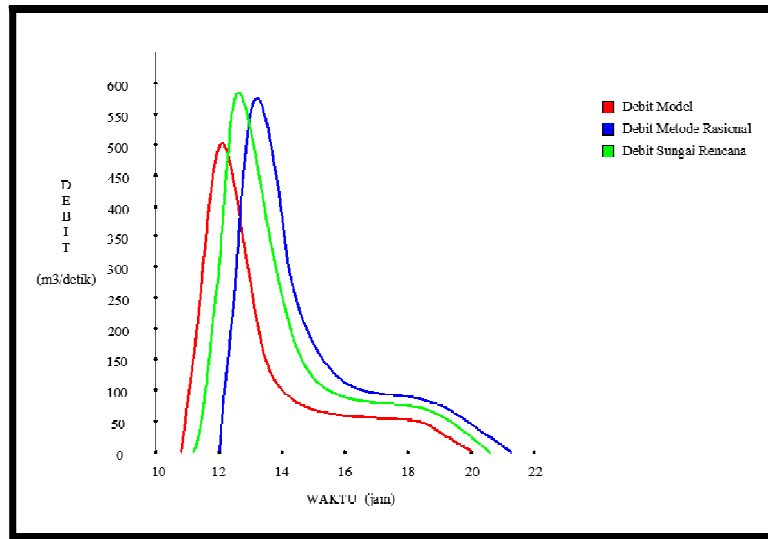
Berikut ini gambar evaluasi debit sebelum dan sesudah *treatment* :



Gambar 4.20 Eavaluasi Debit Sebelum *Treatment*

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)

Berdasarkan Gambar 4.20 terlihat perbedaan yang cukup besar pada hidrograf tersebut khususnya pada debit aktual sebesar 109.48 m³/detik. Sedangkan hidrograf debit model dan debit metode rasional masing-masing secara berurutan 503.00 m³/detik dan 559.91 m³/detik. Dengan debit tersebut tentunya akan terjadi banjir sehingga dirubah dimensi salurannya agar dapat menampung debit metode rasional atau debit model. Berikut ini gambar evaluasi debit setelah *treatment* :



Gambar 4.21 Evaluasi Debit Setelah *Treatment*

(Sumber : Hasil Olahan Sendiri, 2014)

Berdasarkan Gambar 4.21 di atas terjadi perubahan pada hidrograf debit aktual, ini dikarenakan dimensi salurannya telah dirubah, sehingga debitnya menjadi sebesar 578.75 m³/detik. Dengan demikian saluran sudah dapat menampung debit metode rasional atau debit model.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Debit yang telah dihitung dengan Metode Rasional pada tiap Sub-DAS yaitu Sub-DAS Rindu hati, Sub-DAS Susup, dan Sub-DAS Bengkulu Hilir secara berturut-turut adalah $197 \text{ m}^3/\text{detik}$; $117.34 \text{ m}^3/\text{detik}$; $245.55 \text{ m}^3/\text{detik}$.
2. Total debit yang telah dihitung dari Metode Rasional yaitu sebesar $559.91 \text{ m}^3/\text{detik}$.
3. Debit yang dihasilkan berdasarkan *output* dari WinTR yaitu sebesar $503 \text{ m}^3/\text{detik}$ yang berada pada titik *outlet*.
4. Debit hasil dari pengukuran debit aktual yaitu sebesar $109.48 \text{ m}^3/\text{detik}$ pada saat tidak terjadi banjir. Setelah dimensi saluran dirubah maka daya tampung sungai menjadi $578.75 \text{ m}^3/\text{detik}$.
5. Hasil dari perbandingan antara Debit Metode Rasional : Debit WinTR : Debit Banjir Aktual yaitu $Q_{\text{WinTR}} \leq Q_{\text{Metode Rasional}} \leq Q_{\text{Banjir Aktual}}$ sehingga daya tampung sungai sudah mampu menampung debit model ataupun debit metode rasional kondisi yang terjadi yaitu tidak banjir.

5.2 Saran

1. Dalam merancang saluran dan sistem DAS, perlu ditinjau dari berbagai aspek yang lebih luas dan mengetahui keadaan lapangan agar desain sesuai dengan apa yang diharapkan.
2. Agar tidak terjadi banjir pada daerah tanjung mulya maka disarankan mengubah dimensi salurannya dengan $b = 80 \text{ m}$ dan $h = 13 \text{ m}$. Debit setelah dimensi saluran diubah sebesar $578.75 \text{ m}^3/\text{detik}$. Maka kapasitasnya $578.75 \text{ m}^3/\text{detik} \geq Q_{\text{Banjir}}$ sehingga tidak terjadi banjir.

3. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya meneliti bagaimana besarnya pengaruh nilai CN (curve number) terhadap debit puncak.
4. Sebaiknya data curah hujan yang digunakan diambil dari 3 stasiun hujan yang berbeda, Agar mendapatkan hasil yang lebih valid.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim^a. 2012. “Penggunaan WMS Pada model Hidrologi”.
http://www.scisoftware.com/products/wms_overview/wms_overview.html
- Anonim^b. 2012. “Technical Release 20”.
<Http://www.cpesc.org/reference/tr20.pdf>.
- Agus. 2011. “Perbandingan Hidrograf Satuan Teoritis Terhadap Hidrograf Satuan Oservasi DAS Ciliwung Hulu”. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Arsyad, S. 2006. “Konservasi Tanah dan Air”. Institut Pertanian, Bogor.
- Asdak, C. 2010. “Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai”. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- BPDAS Ketahun, 2013. “Laporan Hasil Monitoring Curah Hujan di Propinsi Bengkulu”. BMKG Propinsi Bengkulu. Bengkulu.
- Chow, V.T. 1998. “Handbook of Applied Hydrology”. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Gunawan, G. 2014. “Model Optimasi Alokasi Lahan DAS dengan Integrasi Antara GP dengan GIS”. Lembaga Penelitian UNIB, Bengkulu.
- Irianto, G. 2006. “Pengelolaan Sumber Daya Lahan dan Air, Strategi Pendekatan dan Pendayagunaannya”. Papas Sinar Sinanti, Jakarta.
- Kartasapoetra. 1990. “Klimatologi”. Bumi Aksara, Jakarta.
- Kodoatie, R. dan Sjarief. 2008. “Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu”. Andi, Yogyakarta.
- Loebis, J. 1992. “Banjir Rencana Untuk Bangunan Air”. Departemen Pekerjaan Umum, Chandy Buanan Kharisma, Jakarta
- Natakusumah, D.K. 2011. “Prosedur Umum Perhitungan Hidrograf Satuan Sintesis dengan Cara ITB dan Beberapa Contoh Penerapannya”. Vol 18, no. 3. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Pakasi, S.E. 2006. “Model Pengelolaan Terpadu Daerah Aliran Sungai Berbasis Sistem Pemanfaatan Lahan: Studi Kasus DAS Konawehe Sulawesi

- Tenggara*". Tesis S-2 tidak dipublikasikan. Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Rahayu, S. 2009. "*Monitoring Air Di Daerah Aliran Sungai*". World Agroforestry Center ICRAF Asia Tenggara, Bogor.
- Sangsongko, D. 1985. "*Teknik Sumber Daya Air*". Erlangga, Jakarta.
- Soemarto. 1986. "*Hidrologi Teknik*". Usaha Nasional, Surabaya.
- Soewarno. 1995. "*Hidrologi Pengukuran dan Pengelolaan Data Aliran Sungai (Hidrometrik)*". Nova, Bandung.
- Sosrodarsono, S. dan Takeda, K. 2003. "*Hidrologi Untuk Pengairan*". PT. Pradayana Paramitha, Jakarta.
- Sri, H. 1993. "*Analisis Hidrologi*". PT. Gramedia Utama, Jakarta.
- Suripin. 2004. "*Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*". Andi, Yogyakarta.
- Sudjarwadi, 1987. "*Teknik Sumber Daya Air*". UGM-Press, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2010. "*Hidrologi Terapan*". Beta Offset, Yogyakarta.
- Wanielista, M.P. 1990. "*Hydrology and Water Quality Control*". John Wiley & Sons, Florida-USA.

LAMPIRAN

L-1 DATA DAS AIR BENGKULU

DAS AIR BENGKULU

NO	NAMA SUB-DAS	LUAS DAS
1	Sub-DAS Rindu Hati	19207 ha
2	Sub-DAS Susup	9890 ha
3	Sub-DAS Bengkulu Hilir	22402 ha

Data Kondisi Sub-DAS Rindu Hati

1	Luas DAS (A)	19207.58	ha
2	Lebar Maks		
3	Panjang Sub-DAS (L)	19.43	km

19430 m

Data Kondisi Sub-DAS Susup

1	Luas DAS (A)	9890.41	ha
2	Lebar Maks	10.269	m
3	Panjang Sub-DAS (L)	15.76	km

15760 m

Data Kondisi Sub-DAS Bengkulu Hilir

1	Luas DAS (A)	22402.58	ha
2	Lebar Maks	56.365	m
3	Panjang Sub-DAS (L)	24.52	km

24520

Luas Total	51499	ha
Panjang Total	59.71	km

514.99 km²

Tutupan Lahan Sub-DAS Rindu Hati

Jenis Tutupan Lahan	Luas (ha)	Persen (%)
Tubuh Air	32.82	0.171
Hutan Primer	475.55	2.476
Hutan Sekunder	1176.8	6.127
Pertanian Lahan Kering	16935.07	88.167
Pemukiman	587.76	3.060
Total	19208	100

Limpasan (c)	C X A
1	32.82
0.30	142.67
0.30	353.04
0.35	5927.27
0.40	235.10
0.34	
	6690.90

rata

Tutupan Lahan Sub-DAS Susup

Jenis Tutupan Lahan	Luas (ha)	Persen (%)
Semak Belukar	645.99	6.532
Tanah Terbuka	16.9	0.171
Hutan Sekunder	842.63	8.520
Pertanian Lahan Kering	8384.48	84.777
Total	9890	100

Limpasan (c)	C X A
0.37	239.02
0.30	5.07
0.36	303.35
0.41	3437.64
0.36	
	3985.07

rata

Tutupan Lahan Sub-DAS Bengkulu Hilir

lahan kering	19041.7	85.00
pemukiman	896.08	4.00
semak belukar	448.04	2.00
sawah,hutan rawa	1120.1	5.00
hutan	260	1.16
Total	22402.58	100

0.38	7235.85
0.43	385.31
0.37	165.77
0.41	459.24
0.36	93.60
0.39	
	8339.78

rata

total C x A 19015.75
 Luas DAS total 51499
 C DAS 0.369245
 03

C	I	A	Q	
0.369245	1.06	514.99	201.5669458	km2
			2015669.458	m3/jam
			559.9081827	m3/detik

L-2 DATA CURAH HUJAN

DATA CURAH HUJAN												
NAMA POS HUJAN : TANJUNG AGUNG												
KECAMATAN : SUNGAI SERUT												
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI	JULI	AGUS	SEPT	OKT	NOV	DES
2004	119	220	106	444	179	227	395	167	251	259	445	611
2005	400	299	307	153	151	198	69	385	298	309	395	661
2006	368	315	221	152	155	90	110	X	X	40	116	307
2007	615	259	354	321	268	244	177	71	94	219	307	339
2008	615	X	X	X	X	103	206	X	X	X	X	X
2009	625	186	209	340	187	122	102	144	140	233	354	379
2010	180	301	453	316	201	168	536	330	442	873	273	229
2011	258	53	190	372	222	151	78	237	78	122	482	577
2012	468	370	386	760	253	191	107	98	27	371	752	650
2013	234	574	220	293	529	344	552	275	360	263	376	358
Sumber : Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, 2013												

L-3 INTENSITAS CURAH HUJAN

I. METODE GUMBEL

Tabel I.I

n	TAHUN	X	X2
1	2004	143	20341.891
2	2005	151	22813.585
3	2006	75	5625
4	2007	136	18541.361
5	2008	154	23716
6	2009	162	26244
7	2010	142	20164
8	2011	118	13806.25
9	2012	185	34117.168
10	2013	182	33275.84
ΣX		1447	218645.1

145

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n}$$

$$= \frac{1447.4583}{10}$$

$$= 144.7458 \text{ mm}$$

$$S_x = \left(\frac{\Sigma X^2 - X \cdot \Sigma X}{n-1} \right)^{0.5}$$

$$S_x = \left(\frac{218645.1 - 144.7458 \times 1447.46}{9} \right)^{0.5}$$

$$S_x = 31.8530$$

$$n = 10$$

$$Y_n = 0.4952$$

$$S_n = 0.9497$$

$$T = 2 \text{ Tahun}$$

$$Y_t = 0.3665$$

$$T = 5 \text{ Tahun}$$

$$Y_t = 1.4999$$

$$\begin{array}{lcl} T & = & 10 \quad \text{Tahun} \\ T & = & 15 \quad \text{Tahun} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} Y_t & = & 2.2502 \\ Y_t & = & 2.9606 \end{array}$$

$$X_{Tr} = \underline{X} + K \cdot S_x$$

$$\text{,dimana } K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$X_2 = 145 + \left(\frac{0.3665 - 0.4952}{0.9497} \right) \times 31.8530 = \mathbf{140.43 \text{ mm}}$$

$$X_5 = 145 + \left(\frac{1.4999 - 0.4952}{0.9497} \right) \times 31.8530 = \mathbf{178.44 \text{ mm}}$$

$$X_{10} = 145 + \left(\frac{2.2502 - 0.4952}{0.9497} \right) \times 31.8530 = \mathbf{203.61 \text{ mm}}$$

$$X_{15} = 145 + \left(\frac{2.9606 - 0.4952}{0.9497} \right) \times 31.853 = \mathbf{227.44 \text{ mm}}$$

L-4 TIME OF CONCENTRATION

$$T_c = 0.0197 \times L^{\frac{0.7}{7}} \times S^{-0.385}$$

Dimana

a :

- L = Panjang Sungai
 S = Slope / Kemiringan Lahan (%)
 Tc = Time of Concentration / waktu penambatan banjir (jam)

Rindu Hati						
Tc	=	0.0197	x	L	^{0.77}	x S ⁻ 0.385
Tc	=	^{0.0194} ₇	x	19.43	^{0.77}	x 0.08 ⁻ 0.385
Tc = 0.51 jam						

Susup						
Tc	=	0.0197	x	L	^{0.77}	x S ⁻ 0.385
Tc	=	0.01947	x	15.76	^{0.77}	x 0.08 ⁻ 0.385
Tc = 0.43 jam						

Bengkulu Hilir						
Tc	=	0.0197	x	L	^{0.77}	x S ⁻ 0.385
Tc	=	0.01947	x	24.52	^{0.77}	x 0.08 ⁻ 0.385
Tc = 0.60 jam						

L-5 PARAMETER SUB-DAS

Sub-DAS Parameter	Sub-DAS A	Sub-DAS A'	Sub-DAS A''	Sub-DAS B	Sub-DAS C
Drainage Area (km ²)	64.03	64.03	64.03	98.90	224.03
Runoff Curve Number	56.00	53.00	54.00	55.00	50.00
Time of Concentration (hr)	0.51	0.51	0.51	0.43	0.60
Receiving Reach Number	1	2	2	3	OUTLET

REACH PARAMETER

REACH PARAMETER	Reach 1	Reach 2	Reach 3
Receiving Reach	Reach 2	Reach 3	Outlet
Reach Type'	Channel	Channel	Channel
Reach Length (km)	19430	15760	24520

STROM DATA

Tr	2	5	10	15
XTr	140.43	178.44	203.61	227.44
Intensitas (mm/jam)	73.53	93.44	106.61	119.09

L-6 TABEL Yn, Sn, Dan Ytr

REDUCED MEAN (Yn)										
n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.5220
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5300	0.5820	0.5882	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5400	0.5410	0.5418	0.5424	0.5430
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5468	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5589	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.5600	-	-	-	-	-	-	-	-	-

REDUCED STANDARD DEVIATION (Sn)										
n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0000	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1080
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2032	1.2036	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060
100	1.2065	-	-	-	-	-	-	-	-	-

RETURN PERIOD	
A FUNCTION OF REDUCED VARIATE	
Return Period (T) (years)	Reduced Variate Y_T
2	0.3665
5	1.4999
10	2.2502
20	2.9606
25	3.1985
50	3.9019
100	4.6001
200	5.2960
500	6.2140
1000	6.9190
5000	8.5390
10000	9.9210

L-7 DRAINAGE CROSS SECTION FOR STREAM AREA

DRAINAGE CROSS SECTION FOR STREAM AREA

REACH

1

Xsection A

s	0.071	
n	0.03	
b	3	m
m	0.58	m/m

y	Elev	$Q=(A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2})/n$	A	T	P	R
0.0000	120.000	0.000	0.000	3.000	3.000	0.000
0.4000	120.400	5.477	1.293	3.464	3.925	0.329
0.8000	120.800	16.949	2.771	3.928	4.850	0.571
1.2000	121.200	33.039	4.435	4.392	5.774	0.768
1.6000	121.600	53.494	6.285	4.856	6.699	0.938
2.0000	122.000	78.329	8.320	5.320	7.624	1.091
2.4000	122.400	107.652	10.541	5.784	8.549	1.233
2.8000	122.800	141.618	12.947	6.248	9.474	1.367
3.2000	123.200	180.401	15.539	6.712	10.399	1.494
3.6000	123.600	224.185	18.317	7.176	11.323	1.618
4.0000	124.000	273.157	21.280	7.640	12.248	1.737
4.4000	124.400	327.507	24.429	8.104	13.173	1.854
4.8000	124.800	387.426	27.763	8.568	14.098	1.969
5.2000	125.200	453.101	31.283	9.032	15.023	2.082
5.6000	125.600	524.720	34.989	9.496	15.948	2.194
6.0000	126.000	602.469	38.880	9.960	16.872	2.304
6.4000	126.400	686.532	42.957	10.424	17.797	2.414
6.8000	126.800	777.090	47.219	10.888	18.722	2.522
7.2000	127.200	874.322	51.667	11.352	19.647	2.630
7.6000	127.600	978.408	56.301	11.816	20.572	2.737

DRAINAGE CROSS SECTION FOR STREAM AREA

REACH 2

Xsection B

s	0.034	
n	0.03	
b	5	m
m	0.58	m/m

y	Elev	$Q=(A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2})/n$	A	T	P	R
0.0000	80.000	0.000	0.000	5.000	5.000	0.000
0.4000	80.400	6.428	2.093	5.464	5.925	0.353
0.8000	80.800	19.915	4.371	5.928	6.850	0.638
1.2000	81.200	38.556	6.835	6.392	7.774	0.879
1.6000	81.600	61.756	9.485	6.856	8.699	1.090
2.0000	82.000	89.275	12.320	7.320	9.624	1.280
2.4000	82.400	121.030	15.341	7.784	10.549	1.454
2.8000	82.800	157.016	18.547	8.248	11.474	1.616
3.2000	83.200	197.275	21.939	8.712	12.399	1.769
3.6000	83.600	241.872	25.517	9.176	13.323	1.915
4.0000	84.000	290.891	29.280	9.640	14.248	2.055
4.4000	84.400	344.425	33.229	10.104	15.173	2.190
4.8000	84.800	402.574	37.363	10.568	16.098	2.321
5.2000	85.200	465.444	41.683	11.032	17.023	2.449
5.6000	85.600	533.142	46.189	11.496	17.948	2.574
5.8000	85.800	568.836	48.511	11.728	18.410	2.635
6.0000	86.000	605.777	50.880	11.960	18.872	2.696
6.4000	86.400	683.459	55.757	12.424	19.797	2.816
6.8000	86.800	766.300	60.819	12.888	20.722	2.935
7.2000	87.200	854.409	66.067	13.352	21.647	3.052
7.6000	87.600	947.897	71.501	13.816	22.572	3.168

DRAINAGE CROSS SECTION FOR STREAM AREA

REACH

3

Xsection C

s	0.016	
n	0.04	
b	20	m
m	3	m/m

y	Elev	$Q=(A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2})/n$	A	T	P	R
0.0000	50.000	0.000	0.000	20.000	20.000	0.000
0.5000	50.500	20.378	10.750	23.000	23.162	0.464
1.0000	51.000	66.472	23.000	26.000	26.325	0.874
1.5000	51.500	134.589	36.750	29.000	29.487	1.246
2.0000	52.000	224.263	52.000	32.000	32.649	1.593
2.5000	52.500	335.820	68.750	35.000	35.811	1.920
3.0000	53.000	469.913	87.000	38.000	38.974	2.232
3.5000	53.500	627.352	106.750	41.000	42.136	2.533
4.0000	54.000	809.026	128.000	44.000	45.298	2.826
4.5000	54.500	1015.867	150.750	47.000	48.460	3.111
5.0000	55.000	1248.828	175.000	50.000	51.623	3.390
5.5000	55.500	1508.868	200.750	53.000	54.785	3.664
6.0000	56.000	1796.949	228.000	56.000	57.947	3.935
6.5000	56.500	2114.030	256.750	59.000	61.110	4.201
7.0000	57.000	2461.061	287.000	62.000	64.272	4.465
7.2000	57.200	2608.472	299.520	63.200	65.537	4.570
7.5000	57.500	2838.989	318.750	65.000	67.434	4.727
8.0000	58.000	3248.747	352.000	68.000	70.596	4.986
8.5000	58.500	3691.263	386.750	71.000	73.759	5.243
9.0000	59.000	4167.453	423.000	74.000	76.921	5.499
9.5000	59.500	4678.224	460.750	77.000	80.083	5.753

L-8 TABEL CURVE NUMBER

Cover description		Curve numbers for hydrologic soil group			
Cover type and hydrologic condition	Average percent impervious area ^{2/}	A	B	C	D
Fully developed urban areas (vegetation established)					
Open space (lawns, parks, golf courses, cemeteries, etc.) ^{3/} :					
Poor condition (grass cover < 50%)		68	79	86	89
Fair condition (grass cover 50% to 75%)		49	69	79	84
Good condition (grass cover > 75%)		39	61	74	80
Impervious areas:					
Paved parking lots, roofs, driveways, etc. (excluding right-of-way)		98	98	98	98
Streets and roads:					
Paved; curbs and storm sewers (excluding right-of-way)		98	98	98	98
Paved; open ditches (including right-of-way)		83	89	92	93
Gravel (including right-of-way)		76	85	89	91
Dirt (including right-of-way)		72	82	87	89
Western desert urban areas:					
Natural desert landscaping (pervious areas only) ^{4/}		63	77	85	88
Artificial desert landscaping (impervious weed barrier, desert shrub with 1- to 2-inch sand or gravel mulch and basin borders)		96	96	96	96
Urban districts:					
Commercial and business	85	89	92	94	95
Industrial	72	81	88	91	93
Residential districts by average lot size:					
1/8 acre or less (town houses)	65	77	85	90	92
1/4 acre	38	61	75	83	87
1/3 acre	30	57	72	81	86
1/2 acre	25	54	70	80	85
1 acre	20	51	68	79	84
2 acres	12	46	65	77	82
Developing urban areas					
Newly graded areas					
(pervious areas only, no vegetation) ^{5/}		77	86	91	94
Idle lands (CN's are determined using cover types similar to those in table 2-2c).					

L-9 TABEL KOEFISIEN LIMPASAN

	Periode Ulang (tahun)					
Karakteristik Permukaan	2	5	10	25	50	100
Belum Berkembang (<i>Undeveloped</i>)						
Lahan Pertanian (<i>Cultivated Land</i>)						
Datar (<i>Flat</i>), 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47
Rata-rata (<i>Average</i>), 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51
Curam (<i>Steep</i>), >7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54
Lahan Kosong (<i>Pasture/Range</i>)						
Datar (<i>Flat</i>), 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41
Rata-rata (<i>Average</i>), 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49
Curam (<i>Steep</i>), >7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53
Hutan (<i>Forest/Woodlands</i>)						
Datar (<i>Flat</i>), 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39
Rata-rata (<i>Average</i>), 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47
Curam (<i>Steep</i>), >7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52

	Periode Ulang (tahun)					
Karakteristik Permukaan	2	5	10	25	50	100
Terkembang (<i>Developed</i>)						
Aspal (<i>Asphaltic</i>)	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	1.00
Beton/Atap (<i>Concrete/roof</i>)	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	1.00
<u>Area Rerumputan (<i>Grass areas</i>)</u>						
Kondisi tidak baik (penutup rerumputan kurang dari 50% dari total luasan) (<i>Poor condition (grass cover less than 50% of the area)</i>)						
Datar (<i>Flat</i>), 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.47	0.58
Rata-rata (<i>Average</i>), 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.53	0.61
Curam (<i>Steep</i>), >7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.55	0.62
Kondisi cukup (penutup rerumputan pada 50% sampai dengan 75% dari total luasan) (<i>Fair condition (grass cover on 50% to 75% of the area)</i>)						
Datar (<i>Flat</i>), 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.37	0.41	0.53
Rata-rata (<i>Average</i>), 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.45	0.49	0.58
Curam (<i>Steep</i>), >7%	0.37	0.40	0.42	0.49	0.53	0.60
Kondisi baik (penutup rerumputan lebih besar dari 75% dari total luasan) (<i>Good condition (grass cover over 75% of the area)</i>)						
Datar (<i>Flat</i>), 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.32	0.36	0.49
Rata-rata (<i>Average</i>), 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.42	0.46	0.56
Curam (<i>Steep</i>), >7%	0.34	0.37	0.40	0.47	0.51	0.58

L-10 SUMMARY PROGRAM WIN-TR

WinTR-20 Printed Page File Beginning of Input Data List

E:\skripsi bab\Model\Project fixed.inp

WinTR-20: Version 1.11 1 1 0.1 0
DAS AIR BENGKULU
YUDHA G. SOMANTRI

SUB-AREA:

R. HATI 1 REACH 1	64.03	56.	0.51	YY YY
R. HATI 2 REACH 2	64.03	53.	0.51	YY YY
R. HATI 3 REACH 2	64.03	54.	0.51	YY YY
SUSUP REACH 3	98.90	55.	0.43	YY YY
BKL HILIR OUTLET	224.03	50.	0.60	YY YY

STREAM REACH:

REACH 1 REACH 2 X SECT A	19430.	YY YYY
REACH 3 OUTLET X SECT C	24520.	
REACH 2 REACH 3 X SECT B	15760.	

STORM ANALYSIS:

10 YEAR	106.61	Type II	2
---------	--------	---------	---

STREAM CROSS SECTION:

X SECT A	124.00				
	120.	0.0	0.0	3.0	0.071
	120.400	5.477	1.293	3.464	0.071
	120.800	16.949	2.771	3.928	0.071
	121.200	33.039	4.435	4.392	0.071
	121.600	53.494	6.285	4.856	0.071
	122.00	78.329	8.320	5.320	0.071
	122.400	107.652	10.541	5.784	0.071
	122.800	141.618	12.947	6.248	0.071
	123.200	180.401	15.539	6.712	0.071
	123.600	224.185	18.317	7.176	0.071
	124.000	273.157	21.280	7.640	0.071
X SECT B	84.400				
	80.00	0.00	0.00	5.00	0.034
	80.40	6.428	2.093	5.464	0.034
	80.80	19.915	4.371	5.928	0.034
	81.20	38.556	6.835	6.392	0.034
	81.60	61.756	9.485	6.856	0.034
	82.00	89.275	12.320	7.320	0.034
	82.40	121.030	15.341	7.784	0.034
	82.80	157.016	18.547	8.248	0.034
	83.20	197.275	21.939	8.712	0.034
	83.60	241.872	25.517	9.176	0.034
	84.00	290.891	29.280	9.640	0.034
	84.40	344.425	33.229	10.104	0.034
X SECT C	55.50				
	50.00	0.00	0.00	20.00	0.016
	50.50	20.378	10.750	23.00	0.016
	51.00	66.472	23.000	26.000	0.016
	51.50	134.589	36.750	29.000	0.016
	52.00	224.263	52.000	32.000	0.016
	52.50	335.820	68.750	35.000	0.016
	53.00	469.913	87.000	38.000	0.016
	53.50	627.352	106.750	41.000	0.016
	54.00	809.026	128.000	44.000	0.016
	54.50	1015.867	150.750	47.000	0.016
	55.00	1248.828	175.000	50.000	0.016
	55.50	1508.868	200.750	53.000	0.016

STRUCTURE RATING:

str	268.9		
	268.9	0.	0.
	269.3	1.58	0.99
	269.7	4.46	1.98
	270.1	8.2	2.97
	270.5	12.62	3.95
	270.9	17.64	4.94

GLOBAL OUTPUT:

1.	0.1	YYNYY	YYNYYY
----	-----	-------	--------

DAS AIR BENGKULU
YUDHA G. SOMANTRI

Name of printed page file:
E:\skripsi bab\Model\Project fixed.out

STORM 10 YEAR

Area or Reach Identifier	Drainage Area (sq km)	Rain Gage ID or Location	Runoff Amount (mm)	Elevation (m)	Peak Flow Time (hr)	Rate (cms) (cms/sq km)	Rate (cms) (cms/sq km)
R. HATI 1	64.030		16.705		12.27	179.3	2.80

Line Start Time (hr)	Flow (cms)	Values @ time (cms)	increment (cms)	of 0.100 hr (cms)	Rate (cms)	Rate (cms)
11.900	9.9	50.0	119.7	171.6	176.2	150.1
12.600	98.3	81.9	69.3	60.1	53.4	48.5
13.300	41.4	38.8	36.6	34.7	33.1	31.6
14.000	29.1	27.9	26.8	25.8	25.1	24.5
14.700	23.5	23.1	22.7	22.3	22.0	21.6
15.400	20.8	20.4	20.0	19.6	19.2	18.8
16.100	17.9	17.5	17.1	16.8	16.6	16.4
16.800	16.1	15.9	15.8	15.6	15.5	15.4
17.500	15.1	14.9	14.8	14.6	14.5	14.3
18.200	14.0	13.8	13.7	13.5	13.4	13.2
18.900	12.9	12.7	12.5	12.4	12.2	12.0
19.600	11.7	11.5	11.3	11.1	11.0	10.8
20.300	10.5	10.4	10.3	10.3	10.2	10.2
21.000	10.1	10.1	10.1	10.0	10.0	10.0
21.700	9.9	9.9	9.9	9.8	9.8	9.8
22.400	9.7	9.7	9.7	9.6	9.6	9.6
23.100	9.5	9.5	9.5	9.4	9.4	9.4
23.800	9.3	9.3	9.3	9.0	7.9	5.9
24.500	2.3	1.4				3.8

Area or Reach Identifier	Drainage Area (sq km)	Rain Gage ID or Location	Runoff Amount (mm)	Elevation (m)	Peak Flow Time (hr)	Rate (cms) (cms/sq km)	Rate (cms) (cms/sq km)
REACH 1	64.030	Upstream	16.705	123.19	12.27	179.3	2.80

Line Start Time (hr)	Flow (cms)	Values @ time (cms)	increment (cms)	of 0.100 hr (cms)	Rate (cms)	Rate (cms)
11.900	9.9	50.0	119.7	171.6	176.2	150.1
12.600	98.3	81.9	69.3	60.1	53.4	48.5
13.300	41.4	38.8	36.6	34.7	33.1	31.6
14.000	29.1	27.9	26.8	25.8	25.1	24.5
14.700	23.5	23.1	22.7	22.3	22.0	21.6
15.400	20.8	20.4	20.0	19.6	19.2	18.8
16.100	17.9	17.5	17.1	16.8	16.6	16.4
16.800	16.1	15.9	15.8	15.6	15.5	15.4
17.500	15.1	14.9	14.8	14.6	14.5	14.3
18.200	14.0	13.8	13.7	13.5	13.4	13.2

DAS AIR BENGKULU
YUDHA G. SOMANTRI

Line							
Start Time	Flow Values @ time increment of 0.100 hr						
(hr)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)
18.900	12.9	12.7	12.5	12.4	12.2	12.0	11.8
19.600	11.7	11.5	11.3	11.1	11.0	10.8	10.6
20.300	10.5	10.4	10.3	10.3	10.2	10.2	10.1
21.000	10.1	10.1	10.1	10.0	10.0	10.0	9.9
21.700	9.9	9.9	9.9	9.8	9.8	9.8	9.8
22.400	9.7	9.7	9.7	9.6	9.6	9.6	9.6
23.100	9.5	9.5	9.5	9.4	9.4	9.4	9.4
23.800	9.3	9.3	9.3	9.0	7.9	5.9	3.8
24.500	2.3	1.4					
Area or Reach Identifier	Drainage Area (sq km)	Rain Gage ID or Location	Runoff Amount (mm)	Elevation (m)	Peak Flow Time (hr)	Rate (cms)	Rate (cms/sq km)
REACH 1	64.030	Downstream	16.697	123.18	12.60	178.4	2.79
Line							
Start Time	Flow Values @ time increment of 0.100 hr						
(hr)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)
12.200	4.4	28.6	88.5	154.9	178.2	163.9	131.8
12.900	106.1	88.2	74.1	63.5	55.9	50.4	46.1
13.600	42.7	39.9	37.4	35.4	33.8	32.2	30.8
14.300	29.6	28.4	27.2	26.2	25.4	24.7	24.2
15.000	23.7	23.3	22.9	22.5	22.1	21.7	21.4
15.700	21.0	20.6	20.2	19.8	19.4	18.9	18.5
16.400	18.1	17.7	17.3	16.9	16.7	16.5	16.3
17.100	16.1	16.0	15.8	15.7	15.6	15.4	15.3
17.800	15.1	15.0	14.8	14.7	14.5	14.4	14.2
18.500	14.1	13.9	13.7	13.6	13.4	13.3	13.1
19.200	12.9	12.8	12.6	12.4	12.3	12.1	11.9
19.900	11.7	11.6	11.4	11.2	11.0	10.9	10.7
20.600	10.5	10.4	10.3	10.3	10.2	10.2	10.2
21.300	10.1	10.1	10.1	10.0	10.0	10.0	10.0
22.000	9.9	9.9	9.9	9.9	9.8	9.8	9.8
22.700	9.7	9.7	9.7	9.7	9.6	9.6	9.6
23.400	9.5	9.5	9.5	9.5	9.4	9.4	9.4
24.100	9.3	9.3	9.3	9.1	8.5	6.8	4.7
24.800	2.9	1.7	1.0				
Area or Reach Identifier	Drainage Area (sq km)	Rain Gage ID or Location	Runoff Amount (mm)	Elevation (m)	Peak Flow Time (hr)	Rate (cms)	Rate (cms/sq km)
R. HATI 2	64.030		13.213		12.27	121.6	1.90

DAS AIR BENGKULU
YUDHA G. SOMANTRI

Line Start Time (hr)	----- (cms)	Flow Values @ time (cms)	increment (cms)	of 0.100 hr (cms)	----- (cms)	----- (cms)
11.900	3.5	25.2	71.4	111.8	121.1	107.5
12.600	74.1	63.0	54.2	47.6	42.8	39.2
13.300	33.9	31.9	30.2	28.7	27.5	26.3
14.000	24.2	23.3	22.4	21.6	21.0	20.5
14.700	19.8	19.5	19.2	18.9	18.6	18.3
15.400	17.6	17.3	17.0	16.6	16.3	15.9
16.100	15.2	14.9	14.6	14.4	14.2	14.0
16.800	13.7	13.6	13.5	13.4	13.3	13.2
17.500	12.9	12.8	12.7	12.6	12.4	12.3
18.200	12.0	11.9	11.8	11.6	11.5	11.4
18.900	11.1	11.0	10.8	10.7	10.5	10.4
19.600	10.1	10.0	9.8	9.7	9.5	9.4
20.300	9.1	9.0	8.9	8.9	8.9	8.8
21.000	8.8	8.8	8.7	8.7	8.7	8.7
21.700	8.6	8.6	8.6	8.6	8.5	8.5
22.400	8.5	8.5	8.4	8.4	8.4	8.4
23.100	8.3	8.3	8.3	8.2	8.2	8.2
23.800	8.1	8.1	8.1	7.9	6.9	5.1
24.500	2.0	1.2				3.4

Area or Reach Identifier	Drainage Area (sq km)	Rain Gage ID or Location	Runoff Amount (mm)	----- Elevation (m)	Peak Flow Time (hr)	Rate (cms)	Rate (cms/sq km)
R. HATI 3	64.030		14.341		12.28	139.8	2.18

Line Start Time (hr)	----- (cms)	Flow Values @ time (cms)	increment (cms)	of 0.100 hr (cms)	----- (cms)	----- (cms)
11.900	4.9	32.2	86.4	130.6	138.6	121.1
12.600	81.9	69.1	59.1	51.7	46.3	42.3
13.300	36.4	34.2	32.3	30.7	29.3	28.1
14.000	25.8	24.8	23.9	23.0	22.4	21.8
14.700	21.0	20.7	20.4	20.0	19.7	19.4
15.400	18.7	18.3	18.0	17.6	17.3	16.9
16.100	16.1	15.8	15.4	15.2	15.0	14.8
16.800	14.5	14.4	14.3	14.1	14.0	13.9
17.500	13.6	13.5	13.4	13.2	13.1	13.0
18.200	12.7	12.6	12.4	12.3	12.1	12.0
18.900	11.7	11.5	11.4	11.2	11.1	10.9
19.600	10.6	10.5	10.3	10.2	10.0	9.8
20.300	9.6	9.5	9.4	9.3	9.3	9.3
21.000	9.2	9.2	9.2	9.2	9.1	9.1
21.700	9.1	9.0	9.0	9.0	9.0	8.9
22.400	8.9	8.9	8.8	8.8	8.8	8.8
23.100	8.7	8.7	8.7	8.6	8.6	8.6
23.800	8.5	8.5	8.5	8.2	7.2	5.4
24.500	2.1	1.3				3.5

DAS AIR BENGKULU
YUDHA G. SOMANTRI

Area or Reach Identifier	Drainage Area (sq km)	Rain Gage ID or Location	Runoff Amount (mm)	Elevation (m)	Peak Flow Time (hr)	Rate (cms)	Rate (cms/sq km)
REACH 2	192.090	Upstream	14.750	84.40	12.53	344.3	1.79

Line Start Time (hr)	Flow (cms)	Values @ time (cms)	increment (cms)	of 0.100 hr (cms)	Rate (cms)	Rate (cms)
11.900	8.9	58.0	157.7	246.3	288.1	317.1
12.600	334.3	296.1	245.1	205.3	177.4	155.5
13.300	126.2	116.5	108.5	102.1	96.7	91.8
14.000	83.8	80.3	77.1	74.2	71.8	69.6
14.700	66.2	64.9	63.7	62.6	61.5	60.5
15.400	58.4	57.4	56.3	55.2	54.1	53.0
16.100	50.7	49.6	48.5	47.6	46.8	46.1
16.800	45.0	44.5	44.1	43.7	43.3	42.9
17.500	42.1	41.7	41.3	40.9	40.5	40.1
18.200	39.3	38.8	38.4	38.0	37.5	37.1
18.900	36.2	35.8	35.3	34.9	34.4	33.9
19.600	33.0	32.5	32.0	31.5	31.1	30.6
20.300	29.7	29.3	29.0	28.8	28.6	28.4
21.000	28.2	28.1	28.1	28.0	27.9	27.8
21.700	27.7	27.6	27.6	27.5	27.4	27.3
22.400	27.2	27.1	27.0	27.0	26.9	26.8
23.100	26.7	26.6	26.5	26.4	26.4	26.3
23.800	26.1	26.0	25.9	25.4	23.4	19.8
24.500	12.6	9.2	6.1	3.7	2.2	1.3

Area or Reach Identifier	Drainage Area (sq km)	Rain Gage ID or Location	Runoff Amount (mm)	Elevation (m)	Peak Flow Time (hr)	Rate (cms)	Rate (cms/sq km)
REACH 2	192.090	Downstream	14.749	84.38	12.85	342.2	1.78

Line Start Time (hr)	Flow (cms)	Values @ time (cms)	increment (cms)	of 0.100 hr (cms)	Rate (cms)	Rate (cms)
12.200	9.1	54.0	149.7	241.9	286.9	315.0
12.900	335.9	298.5	248.4	207.7	179.0	156.6
13.600	126.9	117.0	109.0	102.5	97.0	92.1
14.300	84.1	80.6	77.3	74.4	71.9	69.7
15.000	66.3	64.9	63.8	62.7	61.6	60.6
15.700	58.5	57.4	56.4	55.3	54.2	53.1
16.400	50.8	49.7	48.6	47.7	46.8	46.1
17.100	45.0	44.5	44.1	43.7	43.3	42.9
17.800	42.1	41.7	41.3	40.9	40.5	40.1
18.500	39.3	38.9	38.4	38.0	37.6	37.1
19.200	36.2	35.8	35.3	34.9	34.4	34.0
19.900	33.0	32.5	32.1	31.6	31.1	30.6
20.600	29.7	29.4	29.0	28.8	28.6	28.4
21.300	28.2	28.1	28.1	28.0	27.9	27.8
22.000	27.7	27.6	27.6	27.5	27.4	27.3

DAS AIR BENGKULU
YUDHA G. SOMANTRI

Line Start Time (hr)	----- (cms)	Flow Values @ time (cms)	increment (cms)	of 0.100 hr (cms)	----- (cms)	----- (cms)	----- (cms)
22.700	27.2	27.1	27.1	27.0	26.9	26.8	26.7
23.400	26.7	26.6	26.5	26.4	26.4	26.3	26.2
24.100	26.1	26.0	25.9	25.4	23.5	20.1	16.2
24.800	12.8	9.5	6.3	3.9	2.3	1.4	

Area or Reach Identifier	Drainage Area (sq km)	Rain Gage ID or Location	Runoff Amount (mm)	----- Elevation (m)	Peak Flow Time (hr)	Rate (cms)	Rate (cms/sq km)
SUSUP	98.900		15.505		12.21	276.8	2.80

Line Start Time (hr)	----- (cms)	Flow Values @ time (cms)	increment (cms)	of 0.100 hr (cms)	----- (cms)	----- (cms)	----- (cms)
11.900	16.2	93.9	217.2	275.9	245.9	190.2	151.1
12.600	123.8	103.0	88.1	77.8	70.6	65.0	60.3
13.300	56.5	53.6	51.1	48.9	46.7	44.8	43.0
14.000	41.3	39.6	38.1	36.9	35.9	35.2	34.6
14.700	34.0	33.4	32.9	32.4	31.8	31.3	30.7
15.400	30.1	29.6	29.0	28.4	27.8	27.1	26.5
16.100	25.9	25.3	24.8	24.4	24.2	23.9	23.7
16.800	23.5	23.3	23.1	22.9	22.7	22.5	22.2
17.500	22.0	21.8	21.6	21.4	21.2	20.9	20.7
18.200	20.5	20.2	20.0	19.8	19.5	19.3	19.1
18.900	18.8	18.6	18.3	18.1	17.8	17.6	17.3
19.600	17.1	16.8	16.5	16.3	16.0	15.8	15.5
20.300	15.4	15.2	15.1	15.1	15.0	15.0	14.9
21.000	14.9	14.9	14.8	14.8	14.8	14.7	14.7
21.700	14.6	14.6	14.6	14.5	14.5	14.4	14.4
22.400	14.4	14.3	14.3	14.2	14.2	14.2	14.1
23.100	14.1	14.0	14.0	13.9	13.9	13.9	13.8
23.800	13.8	13.7	13.7	13.1	10.6	7.0	3.9
24.500	2.1	1.2					

Area or Reach Identifier	Drainage Area (sq km)	Rain Gage ID or Location	Runoff Amount (mm)	----- Elevation (m)	Peak Flow Time (hr)	Rate (cms)	Rate (cms/sq km)
REACH 3	290.989	Upstream	15.006	52.84	12.81	427.1	1.47

Line Start Time (hr)	----- (cms)	Flow Values @ time (cms)	increment (cms)	of 0.100 hr (cms)	----- (cms)	----- (cms)	----- (cms)
11.900	16.2	93.9	217.5	285.0	300.7	339.9	392.1
12.600	410.5	418.0	426.9	413.7	369.1	313.4	268.1
13.300	235.5	210.2	190.9	175.7	163.8	153.8	145.4
14.000	138.2	131.7	125.9	120.9	116.5	112.5	109.0
14.700	105.9	103.2	100.8	98.7	96.8	95.0	93.4
15.400	91.7	90.1	88.5	86.9	85.2	83.5	81.8

DAS AIR BENGKULU
YUDHA G. SOMANTRI

Line Start Time (hr)	Flow Values @ time increment of 0.100 hr						
	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)
16.100	80.1	78.4	76.8	75.2	73.8	72.5	71.4
16.800	70.3	69.4	68.6	67.9	67.2	66.6	65.9
17.500	65.3	64.7	64.1	63.5	62.9	62.3	61.6
18.200	61.0	60.4	59.7	59.1	58.4	57.7	57.1
18.900	56.4	55.7	55.0	54.3	53.6	52.9	52.2
19.600	51.5	50.8	50.0	49.3	48.6	47.8	47.1
20.300	46.4	45.8	45.3	44.8	44.4	44.0	43.7
21.000	43.5	43.3	43.2	43.0	42.9	42.8	42.7
21.700	42.6	42.4	42.3	42.2	42.1	42.0	41.9
22.400	41.8	41.7	41.6	41.4	41.3	41.2	41.1
23.100	41.0	40.9	40.7	40.6	40.5	40.4	40.2
23.800	40.1	40.0	39.9	39.2	36.7	32.9	29.3
24.500	25.6	21.2	16.9	13.1	9.6	6.4	3.9
25.200	2.3	1.4					

Area or Reach Identifier	Drainage Area (sq km)	Rain Gage ID or Location	Runoff Amount (mm)	Peak Flow			
				Elevation (m)	Time (hr)	Rate (cms)	Rate (cms/sq km)
REACH 3	290.989	Downstream	15.005	52.82	13.67	422.7	1.45

Line Start Time (hr)	Flow Values @ time increment of 0.100 hr						
	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)
12.700	5.6	36.6	120.2	226.7	287.2	311.3	350.3
13.400	393.8	412.3	419.5	422.0	402.6	357.6	305.0
14.100	261.8	230.5	206.6	187.9	173.4	161.8	152.1
14.800	144.0	136.9	130.6	124.9	120.0	115.7	111.8
15.500	108.4	105.4	102.7	100.4	98.3	96.4	94.7
16.200	93.0	91.4	89.8	88.2	86.5	84.8	83.2
16.900	81.4	79.7	78.0	76.4	74.9	73.6	72.3
17.600	71.2	70.1	69.2	68.4	67.7	67.1	66.4
18.300	65.8	65.2	64.6	64.0	63.4	62.8	62.1
19.000	61.5	60.9	60.2	59.6	58.9	58.3	57.6
19.700	56.9	56.2	55.6	54.9	54.2	53.5	52.8
20.400	52.1	51.3	50.6	49.9	49.1	48.4	47.7
21.100	47.0	46.3	45.7	45.2	44.7	44.3	44.0
21.800	43.7	43.5	43.3	43.1	43.0	42.9	42.8
22.500	42.6	42.5	42.4	42.3	42.2	42.1	42.0
23.200	41.9	41.8	41.6	41.5	41.4	41.3	41.2
23.900	41.1	40.9	40.8	40.7	40.6	40.5	40.3
24.600	40.2	40.1	40.0	39.7	38.6	35.8	32.1
25.300	28.5	24.7	20.3	16.1	12.4	9.0	5.9
26.000	3.6	2.1	1.3				

DAS AIR BENGKULU
YUDHA G. SOMANTRI

Area or Reach Identifier	Drainage Area (sq km)	Rain Gage ID or Location	Runoff Amount (mm)	----- Elevation (m)	Peak Flow Time (hr)	Rate (cms)	Rate (cms/sq km)
BKL HILIR	224.029		10.054		12.40	233.9	1.04

Line Start Time (hr)	----- (cms)	Flow Values @ time (cms)	increment (cms)	of 0.100 hr (cms)	----- (cms)	Rate (cms)	Rate (cms)
11.900	2.1	24.1	84.3	166.3	219.4	233.8	218.4
12.600	191.9	170.1	151.2	135.3	122.6	112.6	104.6
13.300	97.9	92.3	87.6	83.5	79.7	76.1	73.0
14.000	70.2	67.5	65.0	62.8	60.9	59.4	58.2
14.700	57.1	56.2	55.4	54.5	53.7	52.9	52.1
15.400	51.2	50.3	49.5	48.6	47.6	46.7	45.7
16.100	44.8	43.8	42.9	42.2	41.6	41.1	40.6
16.800	40.3	39.9	39.6	39.3	38.9	38.6	38.3
17.500	38.0	37.6	37.3	37.0	36.6	36.3	35.9
18.200	35.6	35.2	34.8	34.5	34.1	33.7	33.3
18.900	32.9	32.5	32.2	31.7	31.3	30.9	30.5
19.600	30.1	29.7	29.2	28.8	28.4	28.0	27.5
20.300	27.2	26.9	26.6	26.5	26.3	26.2	26.2
21.000	26.1	26.0	26.0	25.9	25.8	25.8	25.7
21.700	25.7	25.6	25.6	25.5	25.5	25.4	25.3
22.400	25.3	25.2	25.2	25.1	25.0	25.0	24.9
23.100	24.9	24.8	24.7	24.7	24.6	24.5	24.5
23.800	24.4	24.3	24.2	23.7	21.8	17.9	13.2
24.500	8.9	5.7	3.7	2.4	1.5		

Area or Reach Identifier	Drainage Area (sq km)	Rain Gage ID or Location	Runoff Amount (mm)	----- Elevation (m)	Peak Flow Time (hr)	Rate (cms)	Rate (cms/sq km)
OUTLET	515.019		12.851		13.65	503.9	0.98

Line Start Time (hr)	----- (cms)	Flow Values @ time (cms)	increment (cms)	of 0.100 hr (cms)	----- (cms)	Rate (cms)	Rate (cms)
11.900	2.1	24.1	84.3	166.3	219.4	233.7	218.4
12.600	192.0	175.7	187.8	255.6	349.3	399.8	415.9
13.300	448.2	486.1	499.9	503.0	501.7	478.7	430.5
14.000	375.2	329.3	295.6	269.4	248.9	232.8	220.0
14.700	209.3	200.2	192.3	185.1	178.6	172.9	167.7
15.400	163.0	158.7	154.8	151.3	148.0	145.0	142.1
16.100	139.4	136.8	134.3	132.0	129.7	127.6	125.5
16.800	123.4	121.4	119.3	117.3	115.4	113.6	111.8
17.500	110.3	108.8	107.4	106.2	105.1	104.0	103.0
18.200	102.0	101.0	100.0	99.1	98.1	97.1	96.1
18.900	95.1	94.1	93.0	92.0	90.9	89.9	88.8
19.600	87.7	86.6	85.5	84.4	83.3	82.1	81.0
20.300	79.9	78.9	78.0	77.1	76.2	75.4	74.6
21.000	73.8	73.0	72.3	71.6	71.0	70.5	70.0
21.700	69.7	69.3	69.0	68.8	68.6	68.4	68.2

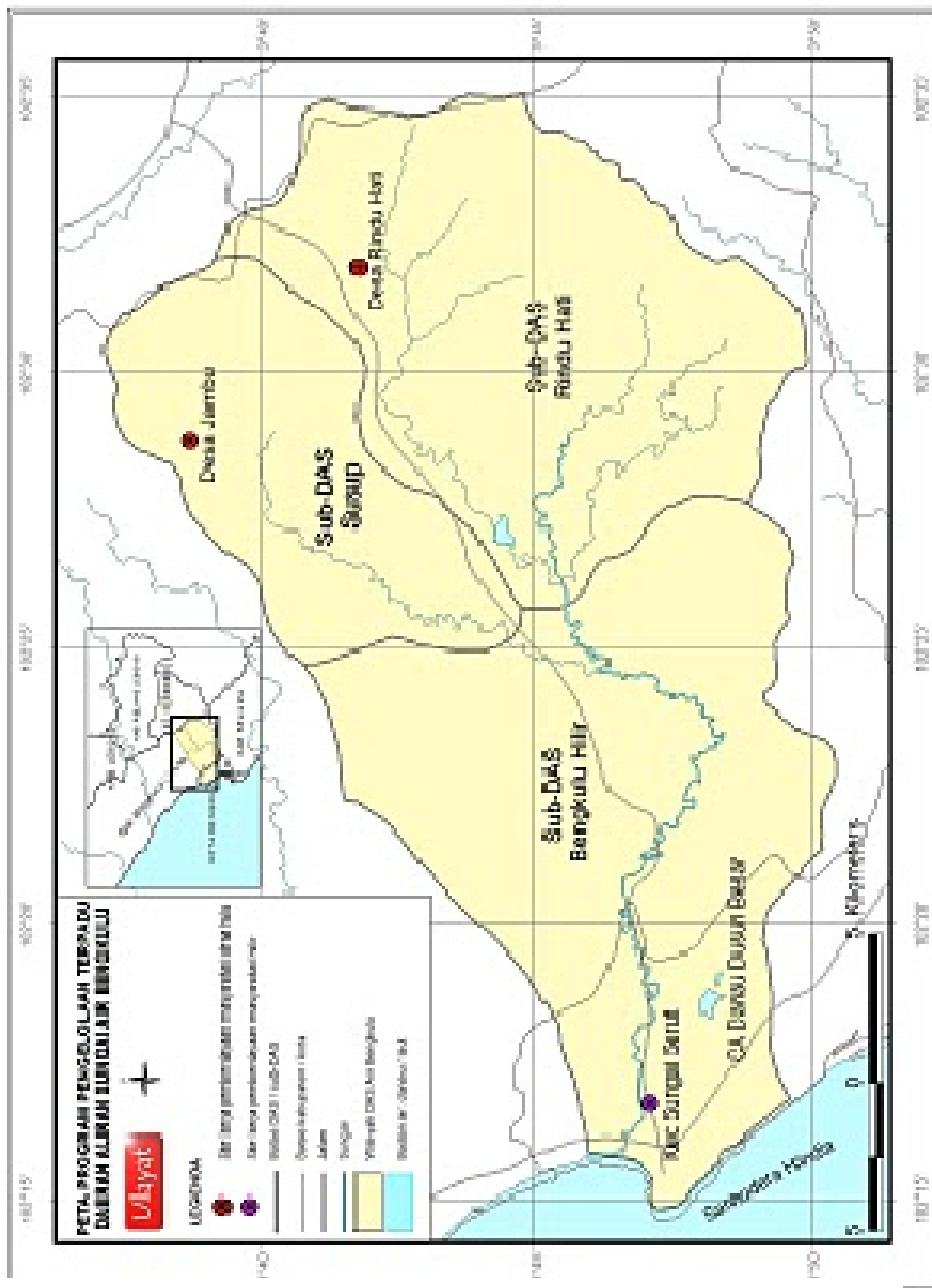
DAS AIR BENGKULU
YUDHA G. SOMANTRI

Line Start Time (hr)	----- (cms)	Flow Values @ time increment of 0.100 hr (cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)
22.400	68.0	67.9	67.7	67.5	67.4	67.2	67.0
23.100	66.8	66.7	66.5	66.3	66.1	65.9	65.8
23.800	65.6	65.4	65.2	64.6	62.5	58.5	53.6
24.500	49.2	45.9	43.8	42.4	41.2	39.6	36.5
25.200	32.6	28.8	24.8	20.4	16.1	12.4	9.0
25.900	5.9	3.6	2.1	1.3			

DAS AIR BENGKULU
YUDHA G. SOMANTRI

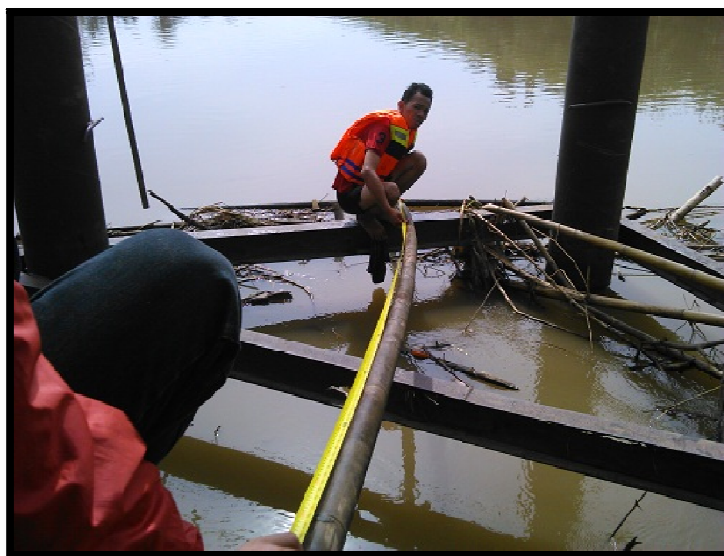
Area or Reach Identifier	Drainage Area (sq km)	Alternate	----- Peak Flow by Storm -----				
			10 YEAR (cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)
R. HATI 1	64.030		179.3				
R. HATI 2	64.030		121.6				
R. HATI 3	64.030		139.8				
SUSUP	98.900		276.8				
BKL HILIR	224.029		233.9				
REACH 1	64.030		179.3				
DOWNSTREAM			178.4				
REACH 3	290.989		427.1				
DOWNSTREAM			422.7				
REACH 2	192.090		344.3				
DOWNSTREAM			342.2				
OUTLET	515.019		503.9				

L- 11 PETA DAS BENGKULU



Sumber : BPDAS Ketahun, 2013

L-12 DOKUMENTASI PENELITIAN
Pengukuran Kedalaman Sungai





Pengukuran Lebar Sungai di Jembatan Surabaya





Pengukuran Panjang Sungai Di Jembatan Rawa Makmur



Pengukuran Kecepatan Arus Sungai Menggunakan *Current Meter*

